

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU**  
**GRAFIČKI FAKULTET**

**LARA BRENKO**

**UTJECAJ KONVERZIJE NA**  
**TONOVE CRNO-BIJELE**  
**FOTOGRAFIJE**

**DIPLOMSKI RAD**

Zagreb, 2015.



Sveučilište u Zagrebu  
Grafički fakultet

LARA BRENKO

# UTJECAJ KONVERZIJE NA TONOVE CRNO-BIJELE FOTOGRAFIJE

DIPLOMSKI RAD

Mentor:

dr.sc. Miroslav Mikota

Student:

Lara Brenko

## **SAŽETAK**

U radu je opisan razvoj fotografije i fotografskih sustava kroz povijest i osam različitih postupaka konverzije kolor fotografije u crno-bijelu. Zatim se, u eksperimentalnom dijelu šest originala u boji kovertira u crno-bijelu fotografiju. Cilj je ispitivanje utjecaja konverzije na tonove crno-bijele fotografije na tri načina, te, na posljetku, njihovo povezivanje. Ispitivanje se sastoji iz tri dijela. U prvom se dijelu analizira subjektivno mišljenje desetero ispitanika, zatim slijedi tehnička analiza autora fotografija, i, na kraju, izrada histograma pripadajućih konvertiranih fotografija. Pretpostavlja se da će se iz dobivenih rezultata moći ukazati na mogućnost odabira postupka konverzije ovisno o motivu fotografije.

**KLJUČNE RIJEČI:** crno-bijela fotografija, tonovi, konverzija, histogram

## **ABSTRACT**

This paper describes the development of photography and photographic systems during the history. It also describes eight different methods of colour photography conversion into black and white. These methods are described in experimental part. Six different colour photos are converted in black and white photos. The main objective of this work is to research the influence of different conversions into black and white, and their connection at the end. The research is divided into three parts. Ten different people were analysing the photos. Their subjective opinions are given in the first part of the research. In the second part authors technical analyse is given, and at the end of research converted photographs histograms are created. It assumes that from the results obtained, it will be possible to choose conversion method depending of photography motive.

**KEY WORDS:** black and white photography, tones, conversion, histogram

# SADRŽAJ

1. UVOD .....	1
2. TEORIJSKI DIO.....	2
2.1. Razvoj klasične crno-bijele fotografije .....	2
2.1.1. Dobivanje crno-bijele fotografije negativ-pozitiv postupkom .....	7
2.2. Razvoj klasične kolor fotografije.....	8
2.2.1. Dobivanje klasične kolor fotografije negativ-pozitiv postupkom .....	12
2.3. Razvoj digitalne fotografije .....	12
2.4. Formiranje slike u digitalnom fotoaparatu .....	16
2.5. Formati zapisa digitalne fotografije .....	22
2.6. Fotografija u RGB prostoru boja .....	24
2.7. Konverzija kolor fotografije u crno-bijelu .....	25
2.7.1. Konverzija uz pomoć Photoshopa .....	25
2.7.2. Konverzija uz pomoć online i offline aplikacija .....	31
3. EKSPERIMENTALNI DIO.....	35
3.1. Autorske fotografije i njihove konverzije .....	35
4. REZULTATI I RASPRAVA.....	47
4.1. Ispitivanje vjernosti crno-bijelih fotografija originalu .....	47
4.2. Vlastita analiza crno-bijelih fotografija .....	52
4.3. Analiza histograma konvertiranih fotografija .....	55
5. ZAKLJUČCI .....	65
LITERATURA.....	67

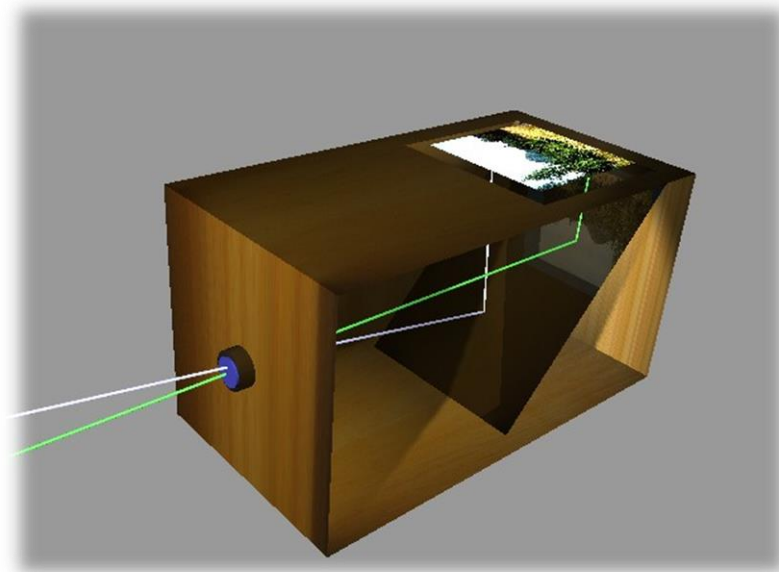
## 1. UVOD

Fotografija je svezemenski način zabilježavanja onoga što se u trenutku fotografiranja nalazilo ispred fotografskog aparata: osoba, događaj, predmet, pejzaž i slično. Fotografiranje je široko i zanimljivo područje grafike, a u isto vrijeme i umjetnosti iz razloga što na brz i točan način daje mogućnost umnožavanja, te je moćno sredstvo izražavanja. Fotografija postoji već više od 150 godina, te se nalazi u svim područjima ljudskog života, pogotovo u novije vrijeme. S obzirom na to da je napredak tehnologije omogućio svima zabilježavanje motiva, pejzaža, dragih osoba tj. stvaranje uspomena u bilo kojem trenutku, slobodno se može reći da je u današnje vrijeme fotografija jako važan segment svačijeg života i da bi u ovo moderno doba bilo poprilično teško živjeti bez nje. Fotografija je, zapravo, i komunikacijsko sredstvo koje daje ogromnu količinu informacija. Iz fotografije su se razvile kinematografija i televizija koje se temelje na fotografiji (svjetlosnom zapisu slike). Kroz povijest se fotografija dosta tehnički promijenila. Usporede li se materijali i fotografske tehnike koji su se koristili nekad, s onima koji se koriste danas, slobodno se može reći da neki nekadašnji materijali i tehnike danas imaju samo povijesno značenje. Fotografija se može podijeliti na crno-bijelu i kolor fotografiju. Za kolor fotografiju karakterističan je cijeli spektar boja, a za crno-bijelu fotografiju karakteristični su tonovi između crne i bijele boje, te se sve svodi na glavna svojstva svjetla (svjetlina i kontrast). Kolor fotografija daje više informacija promatraču, ali je upravo zbog toga crno-bijela fotografija uvjerljivija i elegantnija te duže zadržava pažnju promatrača. Grafički crno-bijela fotografija djeluje snažnije ako je kontrast u njoj veći. Danas se crno-bijela fotografija može dobiti na razne načine, direktno ili konverzijom. U ovom radu istražiti će se dobivanje crno-bijele fotografije konverzijom, te prednosti i nedostaci raznih postupaka konverzije kolor fotografije u crno-bijelu. [1,2]

## 2. TEORIJSKI DIO

### 2.1. Razvoj klasične crno-bijele fotografije

Čovjek je oduvijek promatrao i pokušavao zabilježiti stvari koje su ga opčinjavale, a to mu je omogućeno zahvaljujući procesu stvaranja slike pomoću svjetlosti tj. fotografiji. Riječ fotografija nastala je od grčkih riječi *phos* (svjetlost) i *graphis* (olovka, kist). Prevedemo li doslovno, fotografija bi značila crtanje pomoću svjetlosti. Stoga se početkom fotografije može smatrati tzv. *camera obscura* (lat. zamračena prostorija) (Slika 1). To je, zapravo, postupak kojim su umjetnici u 16. stoljeću projicirali željenu sliku na zid prostorije tako da su zamračili cijelu prostoriju, te je jedina svjetlost ulazila kroz malenu rupu na jednom zidu. Iako se naziv čini kamera, za naprave koje bilježe slike, besmislen, on dolazi od latinske riječi *camera*, što znači soba ili prostorija. Kamera opskura nema mogućnost trajnog bilježenja slike, ali princip rada današnjih kamera i fotoaparata zasniva se baš na ulasku svjetlosti u tamnu komoru kroz maleni otvor i bilježenju te svjetlosti.



Slika 1. Kamera opskura, izvor: [https://en.wikipedia.org/wiki/Camera\\_obscura](https://en.wikipedia.org/wiki/Camera_obscura)

Efekt kamere opskure su koristili su mnogi, iako nisu bili toga svjesni. Čak je Aristotel u 4.st. pr. n. e. otkrio da se propuštanjem zrake svjetla kroz mali otvor u mračnu prostoriju i držanjem papira petnaestak centimetra od otvora, na papiru pojavljuje prizor izvan sobe. On je, zapravo, napravio prvu bilješku o tome. Neki su slikari, većina njih iz talijanske renesanse, htijeli što vjernije prenijeti obrise pejzaža ili portreta neke osobe, pa su na osnovi tih obrisa lakše dolazili do uvjerljivih slika. Svi su oni nastojali trajno zabilježiti sliku kamere opskure. Razvitak prijenosne kamere opskure je sljedeća stepenica prema modernom fotoaparatu, ali uvijek se javlja problem kako trajnije zabilježiti sliku. Provodili su se različiti ekperimenti kemijskim sredstvima osjetljivima na svjetlost, sve do 1825. godine kad je Nicéphore Niepce otkrio tehniku kojom se može trajnije zadržati sliku. Provodila se višesatna ekspozicija uz jako dnevno sunce. Nicéphoreu Niepceu je u njegovim eksperimentima pomagao pariški slikar Jacques Daguerre. Zajedno su pokušavali usavršiti tehniku zabilježavanja slike, te je Jacques Daguerre, nakon smrti Niepcea, sam nastavio s istraživanjima. 1839. god. Daguerre otkrio je kako sačuvati pozitiv slike. Taj je postupak nazvan dagerotipijom, a francuska je Vlada otkupila sva prava na

njegov izum (permanentni pozitiv) (Slika 2). Slobodno se može reći da je dagerotipija (franc. *daguerréotypie*), prvi praktički primjenljiv fotografski postupak za dobivanje trajne slike. Postupkom dagerotipije se srebrna ili posrebrjena ploča izlagala jodnim parama, osvijetlila u kameri opskuri, a latentna slika, nastala u fotoosjetljivu sloju srebrnoga jodida, razvijala se u živinim parama. Trajnost slike postizala se namakanjem ploče u otopini kuhinjske soli. Nedostatak postupka je nemogućnost umnožavanja, a na pozitivu su lijeva i desna strana međusobno zamijenjene.[3]



Slika 2. Dagerotipija, izvor: [www.fotografija.hr](http://www.fotografija.hr)

U istom je periodu u Engleskoj William Fox Talbot razvio je osobit postupak fotografiranja pod nazivom kalotipija, poslije nazvan talbotipija, koji je omogućio umnožavanje fotografskih snimaka (Slika 3). Fox je eksponirao papir premazan srebrnim kloridom i kemijski razvijao taj negativ, te je svoj izum patentirao i na taj način ograničio razvoj i popularnost tog postupka. [3,4]





Slika 3. Kalotipija, izvor:

[http://www.astrokaktus.com/DigitalPhotography/Fotografija/zgodovina/z\\_zgodovina-fotografije\\_kalotipija.html](http://www.astrokaktus.com/DigitalPhotography/Fotografija/zgodovina/z_zgodovina-fotografije_kalotipija.html)

Robert Bingham je prvi pokušao primjeniti kolodij kao fotografski sloj 1850.god. Izlio ga je na staklenu ploču i eksponirao ploču dok je još bila mokra. Mnogi portreti nastali su na taj način. Ambrotipijom se naziva postupak Scotta Archera, i to je, zapravo, negativ na mokroj kolodijskoj ploči čija je pozadina prekrivena tamnom tkaninom ili lakom jer se negativ ispred tamne pozadine pojavljuje kao pozitiv. Ferotipija je postupak gdje se umjesto stakla upotrebljavao tanki željezni li premazan crnim ili smeđim lakom. Ferotipiju je patentirao Hannibal L. Smith, i ubrzao nicanje portreta (Slika 4). Postupak je opstao do sredine 20. stoljeća. [2,3]



Slika 4.Ferotipija, izvor:

[http://www.astrokaktus.com/DigitalPhotography/Fotografija/zgodovina/z\\_zgodovina-fotografije\\_ferotipija.html](http://www.astrokaktus.com/DigitalPhotography/Fotografija/zgodovina/z_zgodovina-fotografije_ferotipija.html)

Sljedeći revolucionarni događaj bio je otkriće Georgea Eastmana. On je umjesto papira i staklenih ploča, uveo fotografski film. Film se sastojao iz tanke prozirne celuloidne trake premazane fotoosjetljivim slojem što je u odnosu na dotadašnje staklene ploče bilo pravo olakšanje. Više nije trebalo vući sa sobom velike ploče za ekspoziciju, glomazne fotografske aparate i otrovne kemikalije. 1888. godine pojavio se na tržištu fotografski aparat Eastmanove tvrtke Kodak pod sloganom „Vi pritisnite gumb, mi radimo ostalo“ (Slika 5). S fotografskim aparatom dobivao se i film. Kad je film bio iskorišten, fotoaparat se slao natrag u tvornicu koja je razvijala slike. Fotoaparat je tvornica vraćala s novom rolom filma. Interesantno je to što ime tvrtke Kodak ne znači ništa konkretno, samo su tražili kratku riječ koju će ljudi širom svijeta moći lako i točno izgovarati.

If it isn't an Eastman it isn't a Kodak.

---

The widest capabilities, the smallest compass  
and the highest type of excellence in camera  
construction are all combined in the No. 3

## Folding Pocket KODAKS

Made of aluminum, covered with fine morocco, have the finest Rapid Rectilinear  
lenses, automatic shutters, sets of three  
stops, scales for focusing, tripod  
sockets, brilliant reversible view finders.

**Load in Daylight**  
with our film cartridges for two,  
six or twelve exposures.  
Make pictures  
**3¼ x 4¼ inches**  
and will \* \* \*

**GO IN THE  
POCKET**

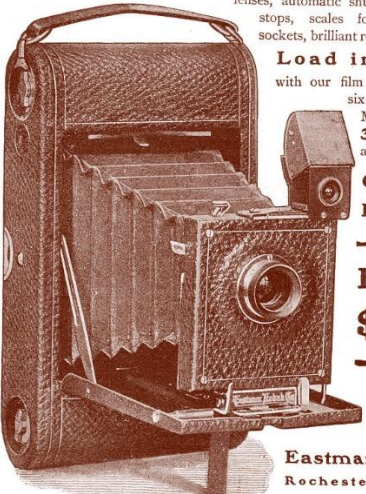
---

**PRICE,  
\$17.50**

---

Kodak Catalogue  
free at the dealers  
or by mail. \* \*

**Eastman Kodak Co.**  
Rochester, New York.



Slika 5. Kodakov fotoaparat iz 1888.godine, izvor:  
[https://sk.wikipedia.org/wiki/Eastman\\_Kodak](https://sk.wikipedia.org/wiki/Eastman_Kodak)

Nakon Kodakovog izuma u fotografiji je došlo do još nekoliko poboljšanja što se tiče optike, a najveća je želja od samih početaka bila da se stvori kolor fotografija.[3]

#### 2.1.1. Dobivanje crno-bijele fotografije negativ-pozitiv postupkom

Zahvaljujući izumima i otkrićima navedenim u prethodnom poglavlju, te najvažnijem otkriću Williama Foa Talbota koji je predstavio je svoj negativ-pozitiv postupak, suvremeni negativ-pozitiv postupak kod klasične crno-bijele fotografije ne razlikuje se puno od onog iz 1839. godine. Današnji negativsko-pozitivski postupak zasnovan je na osvjetljavanju (eksponiranju) sloja fotografske emulzije nanese na fotografski film ili ploču. Fotoosjetljivi sloj je suspenzija vrlo sitnih kristalića srebrnih halogenida (uglavnom srebrnog bromida) u želatini, na čijim osvjetljenim mjestima dolazi do fotokemijske reakcije, tj. raspada (fotolize) srebrnih halogenida (redukcija srebrnih iona u

atome) i izlučivanja crnih zrnaca elementarnog srebra. Gustoća crnih zrnaca je veća sve što je intenzitet svjetla jači, ali slika koja nastaje je latentna. Da bi slika postala vidljiva, potrebna je naknadna kemijska obrada (razvijanje i fiksiranje). Razvijanjem se nastavlja raspad i redukcija srebrnih halogenida, sve dok slika ne postane dovoljno zacrnjena. Proces razvijanja prekida se neutralizacijom i ispiranjem razvijача. Fiksiranjem (uklanjanjem neraspadnutoga srebrnog halogenida) uz pomoć natrijevog ili amonijevog tiosulfata osigurava se postojanost slike. Slika dobivena na taj način naziva se negativ, jer tamni (neprozirni) dijelovi odgovaraju svijetlim dijelovima fotografiranog predmeta i obrnuto. Pozitiv (realna slika) dobiva se kontaktnim kopiranjem ili projekcijskim povećavanjem negativa i kopiranjem na fotografski papir te ponovnim razvijanjem i fiksiranjem.

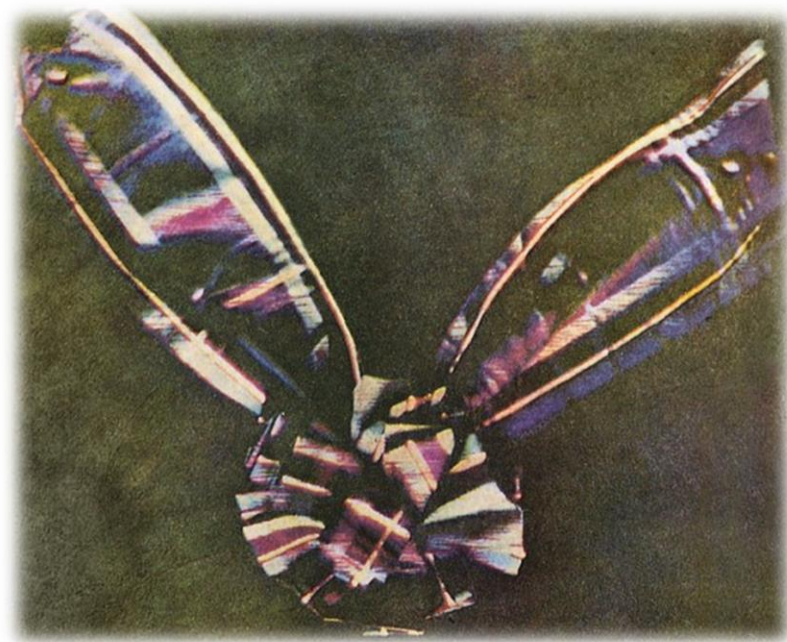
Pozitiv se može dobiti i kao prozirna slika specijalnom obadom direktno na filmu tako da se osvijetljena zrnca kemijski uklanjaju, te se reeksponiranjem aktiviraju neosvijetljena zrnca srebrnih halogenida. [4]

## 2.2. Razvoj klasične kolor fotografije

Otkriće kolor fotografije dogodilo se nakon dugogodišnjih istraživanja i tisuća eksperimenata. Najznačajnije promjene u poimanju boje dogodile su se zahvaljujući Isaacu Newtonu koji je 1669. godine je dokazao da je sunčevo svjetlo mješavina spektralnih boja, a ne materijalne boje pigmenata i njihovih fizičkih svojstava, kako su do tada mislili umjetnici. Newton je uočio dugu i pretpostavio da se te boje mogu dobiti prolaskom bijele svjetlosti kroz prizmu. Tu pretpostavku dokazao je tako da je rasuo bijelo svjetlo na zid komore i sabrao ga opet natrag sabirnom lećom. Budući da je u to vrijeme taj dokaz nije bio prihvaćen, Newton je nailazio na brojne kritike od strane umjetnika koji su mu se poprilično protivili. Provodeći daljnja istraživanja, zaključio je da neki predmeti poprimaju svoju boju tako što neke boje apsorbiraju, a druge reflektiraju. No, i danas je to teško shvatiti miješanje svjetlosnih boja i pigmenata, a tad je bilo još teže. Lako je shvatljivo da su osnovne boje plava, zelena i crvena, i da njihovim aditivnim miješanjem u projekciji nastaje bijela svjetlost, ali je teže shvatljivo kako primjerice zelena i crvena daju žutu. Zna se

da su osnovne boje plava, zelena i crvena, i da njihovim aditivnim miješanjem u projekciji nastaje bijela svijetlost. Međutim malo je teže shvatljivo kako zelena i crvena daju žutu. Ove pretpostavke objašnjene su zahvaljujući prirodi ljudskog oka (osjetljivost pojedinih čunjića na mrežnici ljudskog oka djelomično se poklapa sa crvenim, zelenim i plavim dijelom vidljivog spektra). 1861. godine je Engleski fizičar James Clerk Maxwell pokazao kako se pomoću plave, zelene i crvene boje mogu projiciranjem dobiti sve ostale i za njega se, zapravo, vežu počeci kolor fotografije. Snimio je jednu vrpcu s tri različita aditivna staklena filtra od kroz koje je propuštao svijetlost i na taj način dobio negative. Zatim je iz negativa izradio pozitive te ih projicirao kroz ta tri filtera: crvena snimka sa crvenim filtrom, zelena sa zelenim filtrom i plava sa plavim filtrom. Postupkom točnog preklapanja svih triju slika dobivena je prva optička slika u boji, projekcijskim putem uz pomoć aditivnog načina miješanja boja. Pokus mu je uspio, ali je kvaliteta slike bila loša. Postavljalo se pitanje kako je mogao doći do zelene i crvene snimke, to jest do snimaka preko zelenog i crvenog filtra kad je ta vrste emulzije bila potpuno neosjetljiva na zeleno i crveno odnosno na zeleni i crveni dio bijelog svijetla. [5,6]

Smatra se da je prvu kolor fotografiju izumio Louis Ducos Du Haurona 1869. godine. On je prvi izradio kolor fotografiju na principu suptraktivnog miješanja boja (Slika 6). Pretpostavio je da pigmenti apsorbiraju odnosno oduzimaju od svijetlosti sve boje osim vlastite koju reflektiraju. Od Newtona je preuzeo teoriju o refleksiji i apsorpciji koji je davno prije došao do tog saznanja.



Slika 6. Prva kolor fotografija, izvor: <http://www.cahayabox.net/2010/03/25/top-25-najstarijih-povijesnih-fotografija/>

Trikromija je najstariji poznati pigmentni postupak kojeg je osmislio Hauron. U početku je upotrebljavao kalotipiju (snimanje i presnimavanje na papiru) sve dok nisu 1871. godine počeli koristiti staklenu želatinsku ploču i senzibilizatore. Na sastanku fotografskoga društva u Parizu 7. svibnja 1869. godine iznio je svoje teoretske osnove vezane za kolor fotografiju te se taj događaj uzima kao nastanak kolor fotografije. Hauron se smatra izumiteljem kolor fotografije i zbog spoznaje da se pomoću tri boje, magenta, zelene i cijan mogu proizvesti sve boje ako su pomiješane određenim proporcijama. U samom početku imao je dosta problema jer u to vrijeme još nije bila poznata pankromatska emulzija. 1880. godine je pankromatska emulzija došla na tržište, te je s vremenom dolazio je do sjajnih izvedbi. Mnogi su pokušavali preuzeti njegove ideje, ali je on koristio suptraktivnu metodu na papiru i omogućio izradu slika teorijski i praktično. Hauron je papir od sloja želatine i čađe od svjetiljke izrađivao tako da ga je senzibilizirao kalijevim bikromatom i eksponirao na suncu, te prao u toploj vodi gdje bi na kraju dobio pozitiv sliku na papiru. Kada je umjesto čađe upotrijebio drugu boju pigmenta, dobio je monokromatsku sliku u jednoj boji.



Hauron je primijetio da su za trikromatsku sliku potrebne tri vrste pigmenata s tri vrste papira (žuta, ljubičasta, plava). Današnja se fotografija u boji temelji na principima prema kojima je radio Ducos Du Hauron. [5]

Pankromatska ploča izumljena je 1906 .godine u tvornici Farbenindustrie. pojavila se pankromatska ploča od Farbenindustie.1891. godine Gabriel Lippman otkrio je da interferencija svjetla omogućuje proizvodnju kolor fotografija na principu pojave svjetlosne interferencije tankih listića. Kako bi došlo do interferencije, fotografska ploča se s emulzijske strane presvukla sa srebrenim bromidom. Emulzijska se strana uz pomoć specijalne kazete stavlja u kontakt sa živom koja prouzrokuje pojavu interferencije. Zatim je slijedilo snimanje i dobivanje pozitivne slike,te promatranje te slike kroz odgovarajuće specijalne prizme i na taj su se način dobile lijepe interferencijske boje. [3,5]

1908. godine Lipman je dobio Nobelovu nagradu za svoj aditivni postupak pomoću lasera na bazi sitnih leća. Ovdje su se interferencijske boje mogle koristiti kao filteri i oni su bili idealno čisti s točno određenim valnim duljinama. Danas se filteri izrađuju na drugim postupkom. Dan danas su principi isti kod preokretnih i kod negativ-pozitiv postupaka, što znači da su gotovo svi današnji troslojni kolor-materijali izrađeni po načelu suptraktivnog miješanja boja. U današnje vrijeme postoji nekoliko grupa materijala: negativ-pozitiv materijali s postupcima obrade negativa i pozitiva; invertibilni filmovi i papiri za izradu dija pozitivna i slika po invertibilnom procesu obrade; polakolormaterijali difuzijsko-prijenosnog procesa; materijali s nanesenim sintetskim bojama u slojevima u toku produkcije fotografskog materijala koji se razlikuju i po obradi; te troslojni materijali u boji s komponentama za boje i odvojenim stvarateljima boja.

Razvojem fotografije u boji potreba za fotografskim aparatom postaje sve veća. Cilj je bio snimiti trostruke ekspozicije kroz tri različita filtera sa što većom brzinom i jednostavnošću. Prvi takav fotoaparat izumio je Ducos Du Hauron i nazvao ga „melanochromoscop“. Dijelovi melanochromoscop-a bili su: objektiv,

tri negativa jedan iza drugog, sistem unutarnjih leća, poluprozirna zrcala i filteri u boji.

Još jedan izum važan za razvoj kolor fotografije je JOS-PE fotoaparat koji je omogućavao izradu „moment-snimaka“ na način da su sve tri ploče snimane istodobno (aparat je, osim kazete na optičkoj osi, imao još dvije kazete sa strane). JOS-PE aparat se brzo proširio iz Njemačke po cijelome svijetu. JOS-PE fotoaparat sa tržišta su potisnuli novi izumi- Kodachrome filmovi iz 1935. godine i Agfacolor filmovi iz 1936. godine. [1,5]

#### 2.2.1. Dobivanje klasične kolor fotografije negativ-pozitiv postupkom

U osnovi je dobivanje klasične kolor fotografije negativ-pozitiv postupkom slično postupku dobivanja crno-bijele fotografije. Ducos Du Hauron uvelike je utjecao na razvoj kolor fotografije općenito, a posebno na negativ-pozitiv postupak dobivanja kolor fotografije, kao što je prethodno navedeno u radu.

U današnje se vrijeme klasična fotografija u boji dobiva uz pomoć fotografskog materijala na kojem je emulzija građena troslojno: jedan je sloj osjetljiv na plavi dio spektra, drugi na zeleni, a treći na crveni. Negativsko-pozitivskim postupkom, nakon kemijske obrabe filma, dobiva se prozirni negativ u komplementarnim bojama, tj. plava boja reproducirana je žuto, zelena purpurno, a crvena modrozeleno. Projiciranjem negativa na fotografski papir kroz sustav filtera, na temelju suptraktivne sinteze boja, dobiva se pozitiv s realnim zapisom boja. Tijekom izrade fotografija u boji nije moguće kreativno intervenirati (za razliku od crno-bijelog negativsko-pozitivskog postupka) pa se one najčešće izrađuju automatski.

#### 2.3. Razvoj digitalne fotografije

Postoje mišljenja kako povijest digitalnih fotoaparata počinje nedavno, ali razvoj digitalne fotografije seže malo dublje u povijest. Tradicionalna je fotografija sputavala fotografe koji su radili na terenu (naročito novinarske dopisnike) iz razloga što nisu imali laboratorij za razvijanje filma u blizini. Za vrijeme hladnog



rata između Rusije i SAD, slanjem prvih satelita i potrebom da se špijunira protivnik, nastala je potreba za korištenjem fotoaparata bez filma. [6] Međutim, povijest digitalne fotografije počinje još ranije. Još davne 1908. godine škotski je zanesenjak i znanstvenik Alan Campbell Swinton prenio u lokalnom znanstvenom časopisu svoju ideju o snimanju i projekciji slike na daljinu, spajanjem dva uređaja elektronskim putem. Ispred svog vremena, Campbell je u svoj uređaj uključio i mehaničke i optičke dijelove.

Od 1910. do 1915. godine Marconi, De La Forest i ponajviše Edwin Armstrong, smislili su niz izuma po pitanju prijenosa radiovalova i frekvencijske modulacije radiovalova. Zahvaljujući njima, danas postoje radio televizijski programi i ostala bežična komunikacija. Za dvadesete godine 19. stoljeća karakteristično je osmišljavanje dijelova potrebnih za projiciranje slike. Takvi su dijelovi danas, na neki način, u tragovima prisutni u digitalnim fotoaparatima i videokamerama. 1923. godine je Vladimir Zvorkin izumio televizijsku slikovnu cijev, a kasnije i uređaj pod nazivom *Iconoscope* (kamera i televizijski uređaj koji obrađenu sliku dijele na tisuće dijelova, budućih piksela) (Slika 7). [7]



Slika 7. *Iconoscope* (Vladimir Zvorkin), izvor: en.wikipedia.org

1924. godine je po prvi put fotografija poslana preko Atlanskog oceana. To se dogodilo zahvaljujući američkoj kompaniji RCA (*Radio Corporation of America*), a fotografija je poslana uz pomoć preteče današnjeg telefaks uređaja.

Zanimljivo je to što je iste godine predstavljen i prvi maleni 35-milimetarski fotoaparat *Leica* (Slika 8).



Slika 8. Leica, izvor: [hr.wikipedia.org](http://hr.wikipedia.org)

1927. godine dogodio se prvi javni televizijski prijenos. Kako je televizija sve više napredovala i pružala sve veću konkurenciju, fotografije su se sve brže morale dostavljati u novine. Fotoreporter i na udaljenijim lokacijama nosili su minijaturni foto-laboratorij sa sobom, također i neka sredstva prenošenja slike preko telefonskih žica.

Prvi CCD senzor predstavili su Willard Boyle i George Smith (*Bell Labs*) 1969. godine. CCD (*Charged Coupled Device*) senzor je senzor s nizom električnih fotoosjetljivih jedinica, spojenih u redove, koji je mogao zabilježiti sliku i prenijeti je do procesora za obradu slike. Konkretnije informacije i detalji vezani uz CCD i CMOS senzore obrađeni su u poglavlju 2.4.

Prvi pokušaj razvijanja digitalnog fotografskog aparata koji koristi CCD senzor karakterističan je za Stevena Sassona iz tvrtke Kodak. Težina takvog fotografskog aparata iznosila je 3.6 kg, snimao je crno bijele slike na CCD senzor te je imao rezoluciju od 0.1 megapiksela. Da bi se snimila fotografija trebalo je otprilike 23 sekunde. Taj prototip fotografskog aparata je predstavljao eksperiment, koji nikada nije bio namijenjen produkciji.

Prvu elektronički fotografski aparat sa CCD senzorom izumio je Sony Mavica 1981. godine (Slika 9). To je, zapravo, bio analogni fotografski aparat koji je

snimao piksele na *floppy* disketu. Kapacitet diskete bio je manji od 1MB i na nju je stalo oko 25 fotografija.



Slika 9. Sony Mavica, izvor: [www.digicamhistory.com/1980\\_1983.html](http://www.digicamhistory.com/1980_1983.html)

Sljedeće važno otkriće dogodilo se 1987. godine. Znanstvenici iz tvrtke Kodak izumili su prvi megapiksel senzor koji je mogao zabilježiti 1.4 milijuna piksela. Prva prava digitalni fotoaparat bio je *Fuji DS-1P* iz 1988. godine. 1990. godine tvrtka Kodak upoznala je javnost s prvim komercijalnim dostupnim digitalnim fotografskim aparatom pod nazivom DCS 100 (Slika 10). Većini je bio nedostupan zbog visoke cijene, upotrebljavala se samo u novinarstvu i profesionalno. Ipak se taj događaj obilježava kao rođenje komercijalne digitalne fotografije. [6,7]



Slika 10. Kodak DCS 100, izvor: [en.wikipedia.org/wiki/Kodak\\_DCS\\_100](http://en.wikipedia.org/wiki/Kodak_DCS_100)

Do 2000. godine koristili su se većinom CCD senzori za digitalnu obradu fotografija prvenstveno u industrijskom okruženju, ali nakon toga počinju prevladavati CMOS senzori. [8]

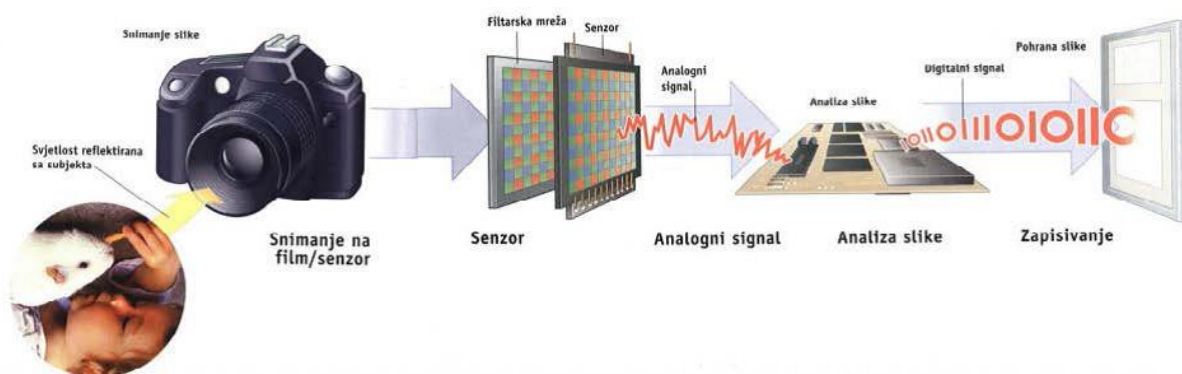
#### 2.4. Formiranje slike u digitalnom fotoaparatu

Slika u digitalnom fotografskom aparatu nastaje na sličan način kao u klasičnom fotografskom aparatu što znači da objektiv fokusira sliku, a otvor blende i brzina zatvarača određuju pravilnu ekspoziciju. Razlika je u tome što se mogu birati raznovrsni načini snimanja. Još jedna bitna razlika je ta što kroz objektiv ne pada na film već na čip koji je osjetljiv na svjetlo (senzor) koji je spomenut u prethodnog poglavlju, te će u ovom poglavlju biti pomnije obrađen. Kada se nešto fotografira, slika se upisuje u memorijsku jedinicu koja je neka vrsta diska ili magnetske kartice. CCD senzor je mali silikonski čip koji sadrži na tisuće ili milijune, na svjetlo osjetljivih, elemenata (piksela). Svjetlo koje pada na piksel izaziva stvaranje električnog napona, koji se pretvara u niz digitalnih podataka koje može pročitati računalo. Što više piksela sadrži CCD senzor, bolja je kvaliteta tj. rezolucija slike. Danas se u digitalnim fotoaparatima najčešće koristi

filtarska mreža u kojoj su polja posložena po Bayerovom uzorku. Bayerov uzorak čini 50% zelenih polja, te po 25% plavih i crvenih polja. Zelena su polja mnogo više zastupljenija zbog najveće osjetljivosti ljudskog oka na upravo tu boju. Postoji više varijacija Bayerovog uzorka, gdje se koriste četiri boje, cijan umjesto polovica zelenih polja, ili uzorak s četiri boje: cijanom, magentom, žutom i zelenom. Ipak, takve su izvedbe mnogo manje zastupljene. Dodatni zeleni filter prisutan je zato što je ljudsko oko najosjetljivije na zelenu svjetlost. U ovoj fazi električni signali svake ćelije razmjerni su jačini upadne svjetlosti. Kako bi se informacija pretvorila u digitalni oblik, signal se mora digitalizirati, odnosno kvantizirati što znači da se svakom signalu dodjeljuje određen broj. Nakon toga informacija se vrlo lako može obraditi računalom. Digitalni fotografski aparat obrađuje različite jakosti signala iz pojedinačnih ćelija tako da svaki piksel slike dobije odgovarajuću vrijednost boje: za svaki se piksel na temelju podataka iz susjednih ćelija izračuna ili unese njegova vrijednost. Ta interpolacija boje ključni je korak jer omogućuje proračun o kojem ovisi konačna kakvoća snimljene fotografije. Poboljšanje kakvoće digitalne fotografije uz poboljšanja fotoosjetljivih senzora zasluga su usavršavanja interpolacijskih algoritama. Vrijednosti se za svaki piksel skupljaju i povezuju pa tako nastaje slikovna datoteka, a u tom se procesu određuje i format, odnosno ustroj datoteke. Nakon obrade, digitalna se fotografija pohranjuje na disk ili u memoriju (Slika 11). Prvi dio procesa, bilježenje slike senzorima, obično je vrlo brzo, ali obrada i pohrana traju nešto dulje. Kako bi se ubrzao taj dio procesa, mnogi kvalitetniji fotoaparati imaju mnogo RAM-a, memorije za privremenu pohranu fotografija kako obrada snimaka ne bi ometala snimanje.

Digitalni fotoaparati imaju opcije uz pomoć kojih se može birati kvaliteta snimke, tj. može se izabrati opcija upisa podataka bez kompresije, gdje će kvaliteta slike biti na zavidnoj razini, te opcija gdje se slika komprimira, gdje će kvaliteta slike biti manja, ali će zauzimati četvrtinu ili manje prostora u memoriji od nekomprimirane. Fotoosjetljivi element (senzor) u digitalnom se fotoaparatu nalazi na istom mjestu gdje se kod klasičnih fotoaparata nalazi film (u žarišnoj ravnini objektiva). Fotosenzor je zapravo bolji od filma jer je potpuno ravan i kod svake se ekspozicije nalazi na istom mjestu, što kod filma ne mora biti slučaj.

Digitalni i klasični fotoaparat rade na istom načelu što znači da oba svjetlosnu energiju rabe za promjenu stanja fotoosjetljive tvari. Ta se promjena potom električnim putem pojačava ili naglašava kako bi na posljetku fotoosjetljive tvari postale vidljive. Osnovna razlika između klasičnog i digitalnog fotoaparata je u tome što u digitalnom fotoaparatu svjetlost apsorbira fotoosjetljivi senzor, dok kod klasičnog fotoaparata svjetlost pada na fotoosjetljivi sloj filma. U digitalnom se fotoaparatu sve faze nastanka fotografije odvijaju u njemu: snimanje, obrada i pohrana. [8]

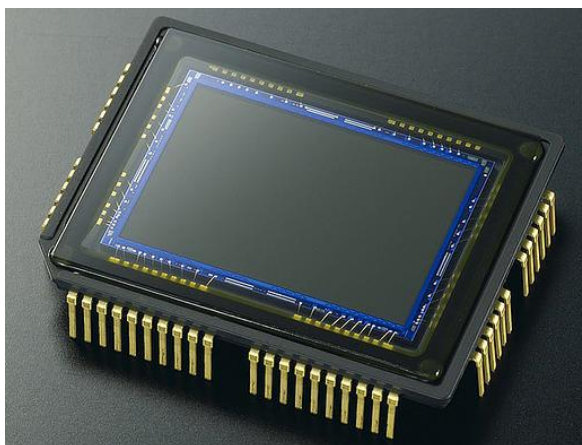


Slika 11. Formiranje slike u digitalnom fotoaparatu, izvor:

<http://peytonbarbara.wix.com/otr-senzori#!senzori-u-fotoaparatima/c5ft>

U današnje se vrijeme na tržištu mogu naći različiti senzori koji se međusobno razlikuju po nekim karakteristikama. Tako primjerice postoje senzori koji se razlikuju u formatu slike (4:3, 16:9, 3:2, itd.), broju piksela, dimenziji slike i slično. Princip rada svih senzora u osnovi je jednak, ali bez obzira na to, mogu se podijeliti ih na tri osnovne vrste: CCD, CMOS i Foveon X3 senzore. CCD senzor (*Charged Coupled Device*) je uređaj koji se izađuje se od posebnog silicijskog čipa čija je jedna strana osjetljiva na svjetlo, a sastoji se od nekoliko tisuća fotoosjetljivih dioda (Slika 12).



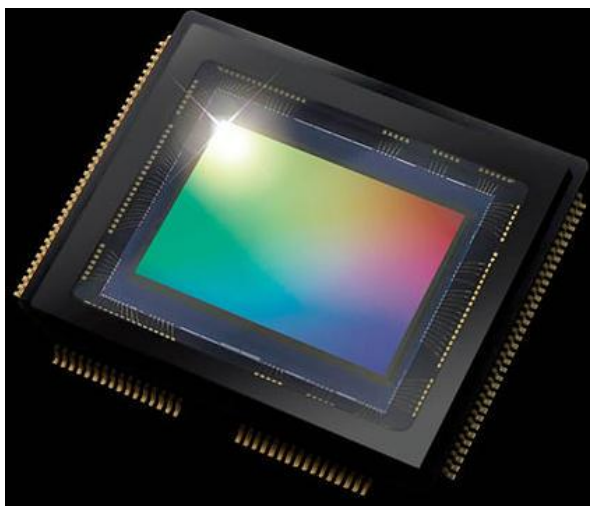


Slika 12. CCD senzor, izvor: <http://peytonbarbara.wix.com/otr-senzori#!senzori-u-fotoaparati/c5ft>

Diode bilježe jakost svjetla koje prime, te je pretvaraju u električni naboj. Jakost naboja i jakost svjetla koje ta dioda primi su proporcionalne. Na poslijetku se očitani naboj pretvara u piksel, kao što je prethodno spomenuto u radu.

Međutim, CCD senzor ne bilježi boje, nego samo jakost svjetla koje pada na njega. Tako nastala slika šalje se u određene filtere za boju, koji zatim bilježe crvenu, zelenu ili plavu boju (RGB). Moguće je upotrijebiti i više CCD senzora, od kojih svaki bilježi jedan spektar boja. U tom slučaju se koristi prizma koja rastavlja svjetlost na crvenu, zelenu i plavu, te svaku određenu boju šalje odgovarajućem CCD senzoru. Na taj se način individualno bilježi jakost svjetla za svaku boju. CCD u doslovnom prijevodu znači uređaj povezan nabojem. To je pravokutna matrica u vidu mozaika, sastavljena od milijuna kvadratnih ili pravokutnih ćelija. Od dimenzije površine čipa ovisi i broj fotoosjetljivih ćelija. Očitavanje električnih impulsa iz ćelije se izvodi serijski, odnosno jedan za drugim. Električne impulse treba pojačati, te se kod CCD senzora pojačivači nalaze na kraju svakog reda. [9]

CMOS senzori (*Complementary metal–oxide–semiconductor sensor*) nazvani su prema tehnologiji na čijem principu rade. CMOS tehnologiju je 1967. godine patentirao Frank Wanlass.



Slika 13. CMOS senzor, izvor: <http://peytonbarbara.wix.com/otr-senzori#!senzori-u-fotoaparatu/c5ft>

CMOS senzor, isto kao i CCD senzor radi na principu mreže milijuna sitnih fotoosjetljivih ćelija (Slika 13). Svaka od tih ćelija stvara električni impuls kada na nju padne svjetlo, a snaga impulsa ovisi o količini svjetla. Bitna razlika između CMOS i CCD senzora je u načinu na koji se taj električni impulsi iz ćelija prikupljaju. Kod CCD senzora očitavaju se serijski, jedan za drugim. Kod CMOS senzora govorimo o X-Y adresiranju. Naime, kod CMOS senzora svaka se fotoosjetljiva ćelija može zasebno očitati, pomoću adresiranja po koordinatnoj mreži. Na taj je način sve električne impulse moguće odjednom procesirati, oslobađajući senzor za sljedeću ekspoziciju. Takav način rada senzora omogućuje i mjerenje ekspozicije, te autofokusiranje. Jedan od glavnih nedostataka CMOS senzora je šum, a on se posebice pojavljuje kod većih ISO vrijednosti. [16]

Foveon X3 senzor je posebna vrsta CMOS senzora koja je ušla u upotrebu 2002. godine, a prvi fotografski aparat koji je koristio ovakav senzor je Sigma SD9 (Slika 14).





Slika 14. Prednja i stražnja strana Sigmme SD9, izvor:  
[https://en.wikipedia.org/wiki/Sigma\\_SD9](https://en.wikipedia.org/wiki/Sigma_SD9)

Ono što ga razlikuje od ostalih senzora je način zapisivanja boje na slici, tj. crveni, zeleni i plavi filter se ne nalaze u istom rasporedu kao kod drugih senzora. Kod CCD i drugih CMOS senzora iznad svakog polja senzora nalaz se po jedan filter koji registrira samo jednu boju i, da bi se dobila višebojna slika, potrebno je tri jednobojna zapisa spojiti u jedan. Međutim, kod Foveon X3 senzora crveni, zeleni i plavi filter se nalaze iznad cijele površine senzora. Na taj način svaki filter pokriva cijelu površinu senzora i u isto vrijeme zapisuje informacije o sve tri boje. Prilikom pada bijele svjetlosti na filtere prvi filter, plavi, registrira samo plavi dio svjetlosti, a propušta zeleni i crveni. Nakon toga zeleni filter registrira zeleni dio svjetlosti i propušta crveni dio svjetlosti do crvenog filtera. [17]

S obzirom da nije potrebno spajati tri jednobojne slike u jednu RGB sliku, ne dolazi do nekih grešaka koje se javljaju kod senzora koji koriste Bayerov filter. Budući da kod Foveon X3 senzora nema potrebe za spajanjem jednobojnih R, G i B slika u jedinstvenu sliku u boji, nisu vidljivi ni pojedinačni pikseli na rubovima gdje se te boje preklapaju.

Slike snimljene na ovaj način imaju vrlo mali udio šuma prilikom snimanja u RAW formatu, no neka su istraživanja potvrdila da unatoč svemu tome slike snimljene Foveon X3 sensorima i dalje imaju veću količinu šuma nego one snimljene sensorima s Bayerovim filterom.

Međutim, ta istraživanja ne treba doslovno uzimati kao činjenicu, jer još nije sigurno je li ta veća količina šuma posljedica samog filtera ili algoritama za procesiranje. [9]

## 2.5. Formati zapisa digitalne fotografije

Digitalne fotografije mogu se pohraniti pomoću više od 20 različitih formata. Formati datoteka predstavljaju različite načine pohranjivanja datoteka na disk. Neki formati omogućavaju jedinstvene načine kompresije, koji pohranjuju fotografiju tako da zauzima manje memorije u računalu. Drugi formati omogućavaju Photoshopu da razmjenjuje fotografije sa drugim aplikacijama na računalu. Za neke formate zapisa karakteristični su gubici, dok su drugi sirovi, kao što je RAW format. To je sirovi format bez kompresije podataka koji omogućuje maksimalnu kvalitetu zapisa fotografije, ali zauzima veliko količinu memorijskog prostora. Zapis fotografije se prvo učitava u odgovarajući program za predobradu u kojem se definiraju parametri fotografije (tj. prihvaćaju se oni postavljeni pri snimanju ili se mijenjaju) prvenstveno vezani uz tonove, boje i oštrinu te se, zatim, tako predobrađena fotografija sprema u nekom od standardnih formata.

Neki od standardnih formata koji se u današnje vrijeme koriste su: .PSD, .TIFF, .BMP, .EPS, .PNG, .GIF itd. *Photoshop* (PSD) je originalni format koji je optimiziran za *Photoshopove* mogućnosti i funkcije. Prvenstveno je bitan zato što podržava rad u *layerima* koje ne podržavaju drugi formati. TIFF (*Tagged Image File Format*) je najrašireniji format koji podržava ispis fotografija za sve računalne platforme i ujedno je najkvalitetniji format za pohranjivanje fotografija. On predstavlja jedini nezavisni format datoteke (pored PNG formata) koji može sačuvati informacije o rezoluciji. TIFF format može sadržavati i alfa kanale, a oni se ponašaju kao maske, odvajajući sliku prednjeg plana od pozadine i jednako tako daje mogućnost rada u *layerima*. Format podržava do 24 kanala, što je maksimalni broj kanala dozvoljen bilo kojoj slici u Photoshopu. Format podržava LZW kompresiju pri kojoj ne dolazi do gubitka podataka na fotografiji. BMP (*Windows Bitmap*) je originalan format *Microsoft Painta* i podržavaju ga

mnoge Windows, DOS i OS/2 aplikacije. Photoshop podržava BMP s najviše 16 milijuna boja. EPS (*Encapsulated Post Script*) Photoshop podržava objektno orijentirane datoteke snimljene u EPS formatu. EPS je kreiran upravo za snimanje grafika orijentiranih na objekte koji se ispisuju pomoću Post Script izlaznih uređaja. Svi programi za vektorsku grafiku i većina programa za prijelom stranica dozvoljavaju spremanje EPS datoteka. EPS se sastoji od čistog Post Script opisa grafike za pisač i pregleda u bitmapi koji omogućava gledanje grafike na zaslonu.

JPEG (*Joint Photographic Experts Group*) je najkorisniji format koji se najčešće upotrebljava kada je fotografiju potrebno pohraniti s kompresijom. JPEG prilikom komprimiranja zanemaruje dio podataka sa fotografije, a nivo kompresije je moguće izabrati. Danas je JPEG, s fotografskog stanovišta, standardni način spremanja fotografija uz kompresiju, te će kao takav biti osnovni upotrijebljeni format u eksperimentalnom dijelu rada.

Vrlo je karakterističan jer, iako ima gubitaka prilikom kompresije, on u sebi ostavlja mogućnost upotrebe u gotovo svim sustavima boja (obitelj RGB sustava boja, CIE  $L^*a^*b^*$ , CIE Luv, HSV, CMYK sustavi boja), a obzirom da ima mogućnost ugradbe ICC profila postao je često korišten upravo za realizaciju i reprodukciju u tiskanim medijima. Po pitanju reprodukcije boja može se govoriti o dubini bita svakog pojedinog piksela koji se formira prilikom stvaranja JPEG datoteke. JPEG osim akromatskih odnosno monokromatskih slika dopušta pohranu do dubine od 24-bita čime je omogućeno da reproducira 16 milijuna boja, no svakom dodatnom kompresijom i dekompresijom dolazi do nekih promjena u strukturi zapisa i time do pada kvalitete slike. Dakako, postoje načini da se taj gubitak kompenzira, no oni se u pravilu svode na različite oblike interpolacije izgubljenih piksela (ukoliko je riječ o smanjenju broja piksela kao metodi smanjenja fotografije) no time se ne vraćaju prethodno izgubljeni podaci nego stvaraju novi na temelju okolnih piksela. Važna mana JPEG formata je veličini njegova zapisa, iz razloga što se kompresijom izravno utječe na njegovu kvalitetu i na taj način gubi na ošttrini zapisa fotografije. [10]

## 2.6. Fotografija u RGB prostoru boja

Prostori boja su trodimenzionalni modeli, pomoću kojih se određuju i vizualiziraju sve vidljive boje, te se definira koje se boje mogu koristiti u određenom reprodukcijском sistemu. Postoji velik broj prostora boja, ali se u osnovi mogu podijeliti na boje bazirane na RGB-u i CMY-u. Za snimanje i prikazivanje slika karakterističan je RGB prostor boja. RGB prostorima boja definiraju se svi oni prostori koji u osnovi imaju RGB model aditivne sinteze boja iz crvene, zelene i plave.

Koncept upravljanja bojama podrazumijeva primjenu načina rada koji teži standardizaciji prikaza digitalnih slika. Cilj je osigurati da izgled svake slike (boja, svjetlina i sl.) ostane konzistentan pri prebacivanju, pregledavanju i ispisu na svim računalima. ICC (Međunarodni konzorcij za boje) uspostavio je standard za definiciju sustava upravljanja bojama pri obradi i reprodukciji slike. Postoje dva RGB prostora boja: sRGB i Adobe RGB. Hewlett - Packard, Microsoft i ostali razvili su 1996. godine sRGB standardni prostor boja zaslona koji pomaže optimiziranju potreba u korištenju većine krajnjih korisnika. sRGB je kalibrirani RGB koji služi za definiranje boja na monitorima, televiziji i u printerima. sRGB prostor boja se najčešće upotrebljava za slike namijenjene ispisivanju bez daljnjih izmjena, te se i danas koristi u programima za obradu fotografija i uređajima za njihovu realizaciju.

Adobe RGB je prostor boje u RGB modu kojeg je razvio Adobe Systems 1998. godine predstavljajući ga kao profil boje u Adobe Photoshop 5.0 aplikaciji koji je od tada u širokoj upotrebi implementiran u pripremi za tisak ili ispis u profesionalnom radnom toku. Napravljen je kako bi obuhvatio većinu boja koje može reproducirati CMYK pisač koristeći se pritom primarnim bojama aditivnog sustava (crvenom, zelenom i plavom) kakvim se koriste kompjuterski monitori. Sustav Adobe RGB može izraziti širi raspon boja od sustava sRGB pa je omiljen izbor za slike koje će se znatno obrađivati ili retuširati. Ono što je karakteristično za sve fotografske aparate je to da je sRGB uvijek zadana postavka.

AdobeRGB prostor boja koristi se u digitalnim fotografskim aparatima i s gamutom širim od onog sRGB-a pokriva oko 50% prostora boja koji je danas pokriven CIELab sustavom. [10,11]

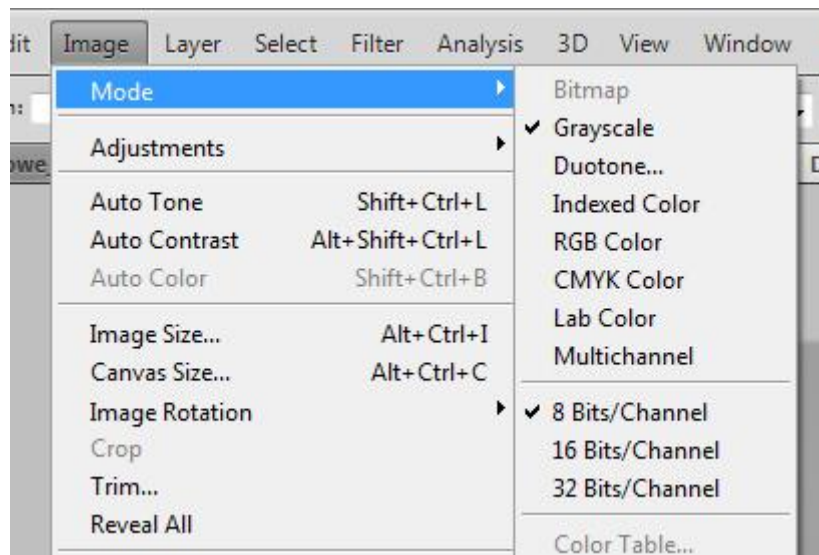
Uz pomoć RGB prostora boja moguća je pretvorba kolor fotografije u crno-bijelu konverzijom, što je, zapravo, tema ovog rada.

## 2.7. Konverzija kolor fotografije u crno-bijelu

Prilikom obrade kolor fotografije, digitalni fotoaparat ili softver za obradu fotografije, oslanja se na ugrađenu konverzijsku tablicu. Profesionalni softveri prilagođeni su tisku, te pretvorbu kolor fotografije u crno-bijelu rade prema svojstvima određenog tiskarskog stroja i papira. Na tržištu postoji i popriličan broj jednostavnih programa koji na vrlo brz način pretvaraju boju u sive vrijednosti, ali su takve fotografije u većini slučajeva jednolične. [12]

### 2.7.1. Konverzija uz pomoć Photoshopa

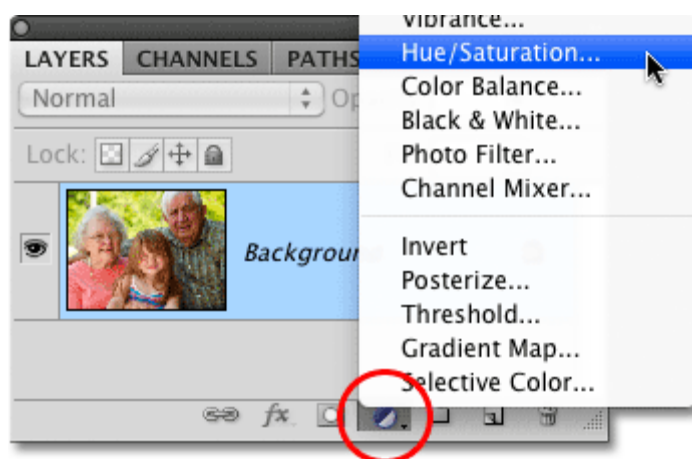
Photoshop omogućava dobivanje crno-bijele fotografije pomoću jednostavne opcije Grayscale (skala sivih tonova). Aktivira se preko izbornika Image > Mode > Grayscale i trenutno se slika u boji pretvori u crno-bijelu fotografiju (Slika 15).



Slika 15. *Grayscale* opcija

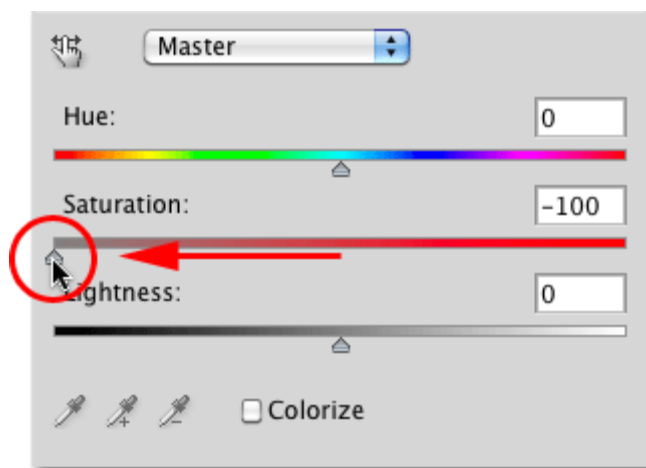
Zasićenost boje na slici se smanjuje, a ukupna vrijednost svjetline ostaje nepromijenjena. Također se smanjuje veličina dokumenta za trećinu jer se isključuju crveni, zeleni i plavi kanal. Mana ove naredbe je u tome što se gubi RGB, te time sprječava naknadnu mogućnost korištenja filtera i efekta u Photoshop programu. Dobivena crno-bijela fotografija ne sadržava jaku crnu ili svijetlu bijelu boju. Ova metoda ne daje najbolje rezultate, ali je najjednostavnija od svih metoda. [13]

Ako je cilj zadržati RGB kanale, umjesto *Grayscale* metode koristi se *Desaturation* metoda. Aktivira se preko naredbe *Image > Adjustments > Hue/saturation* (Slika 16). Pojavi se opcija gdje se može mijenjati *Hue*, *Saturation* i *Lightness*. Koristi se samo *Saturation* (zasićenost) opcija, te se "klizač" odvlači do minimuma zasićenja (-100) (Slika 17). Na taj način se dobiva snimka u sivim tonovima, ali sa svim podacima o boji.



Slika 16. Hue/saturation opcija, izvor:

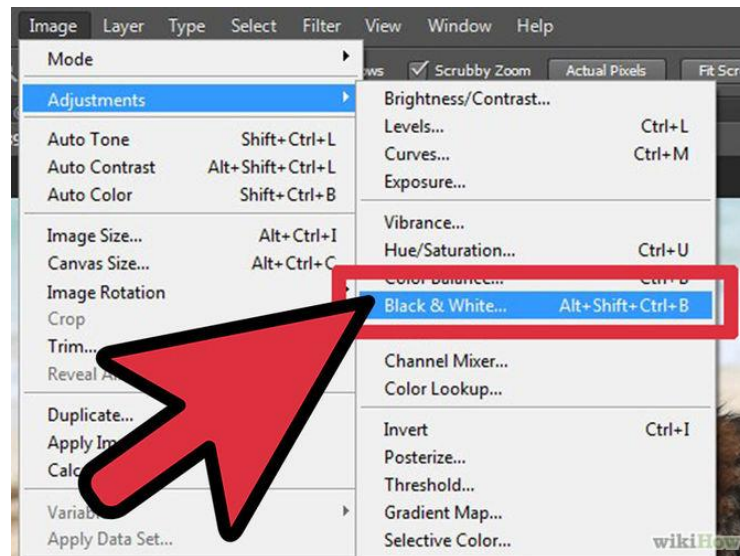
<http://www.photoshopessentials.com/photo-editing/black-and-white/desaturate/>



Slika 17. Odzasićivanje, izvor: <http://www.photoshopessentials.com/photo-editing/black-and-white/desaturate>

Osim *Grayscale* i *Desaturation* metode, Photoshop daje još jednu malo kompliciraniju metodu, a to je *Black and White* metoda (Slika 18). Do te opcije dolazi se preko *Image > Adjustments > Black&White*. Ova je metoda specifična jer nudi mogućnost manipulacije dobivanja crno-bijele fotografije detaljnim propuštanjem udjela RGB i CMYK spektra kroz nijanse sive. Kako bi povećali kontrast, potrebno je "poigrati se" s udjelom RGB i CMYK spektra boja.

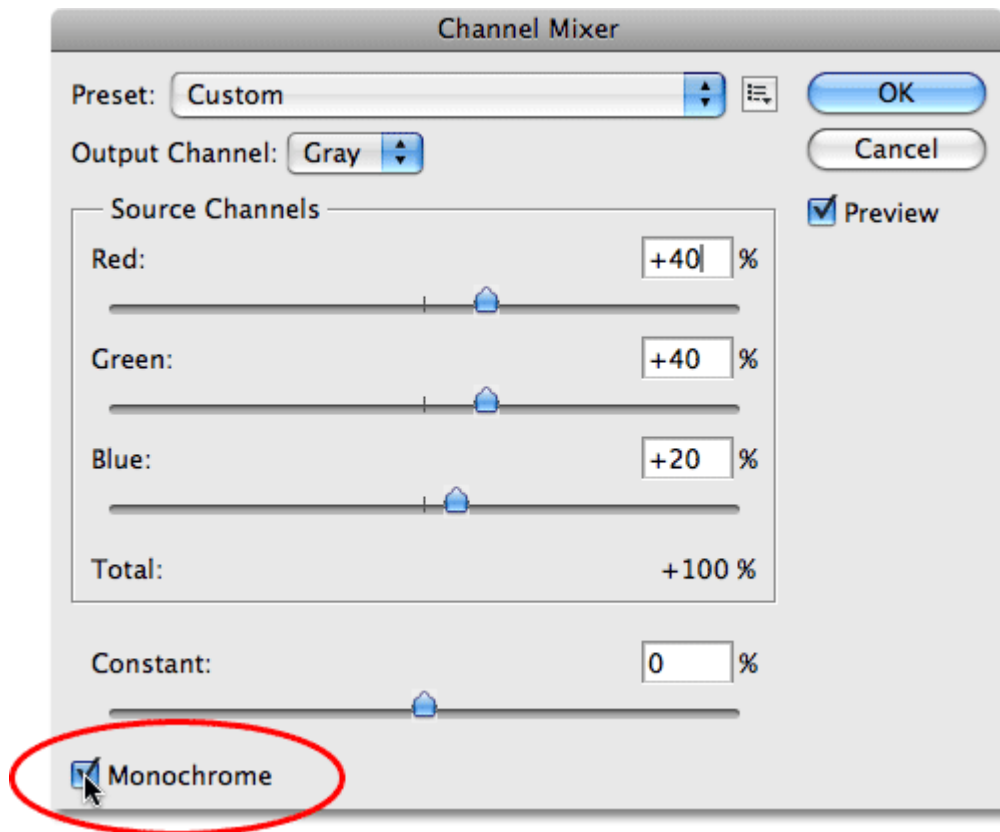
Pravilnim omjerom spektra, može se dobiti relativno kvalitetna crno-bijela fotografija. Ova metoda je slična metodi *Channel mixer*.



Slika 18. *Black and White* opcija

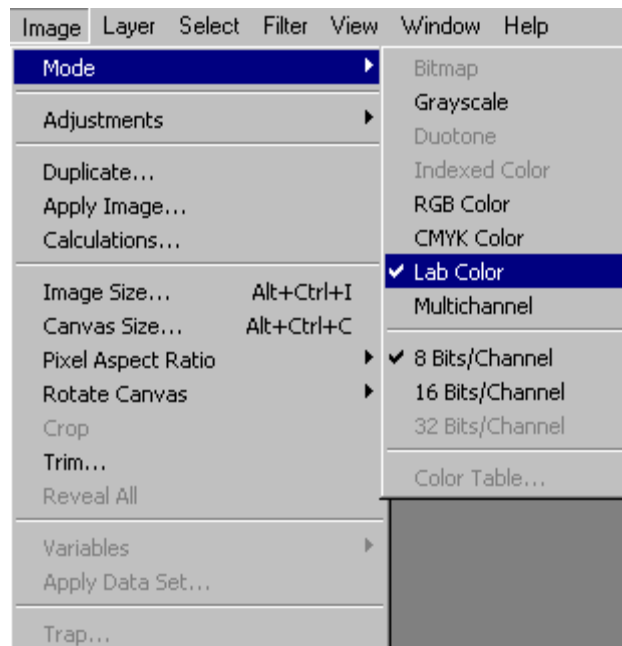
Photoshop nudi i opciju *Channel mixing* kojom se također fotografija u boji može pretvoriti u crno-bijelu fotografiju. Metoda je nešto kompliciranija, no daje najbolje rezultate. Korištenjem *Channel mixing* metode mogu se učinkovitije razdvajati tonovi sive boje tako da se svaka od RGB ili CMYK boja regulira posebno. Na taj način može se podesiti da se određenoj boji, koja je u kolor fotografiji izrazito naglašena, smanji njezin intenzitet u tonovima sive boje. Taj intenzitet amješta se pod opcijom *Image > Adjustments > Channel Mixer*. Otvori se prozor na kojemu su ponuđene RGB ili CMYK boje, ovisno u kojem sustavu boja je namještena sama fotografija. Označi se opcija *Monochrome* (Slika 19), te se klizačem podešavaju kanali boja. Može se mijenjati i konstanta, odnosno postojanost ukupnih tonova sive boje na fotografiji. Ponuđeni su i gotovi miksevi kanala gdje je pojačana samo jedna boja do maksimuma (*Black&White Infrared, Black&White with Blue Filter, Black&White with Green Filter, Black&White with Orange Filter, Black&White with Red Filter, Black&White with Yellow Filter*).





Slika 19. *Channel mixer*

Lab boje su bliže ljudskom oku nego RGB i CMYK, te se, pretvaranjem kolor fotografija u crno-bijele fotografije pomoću te metode, dobivaju dobre fotografije koje najčešće nije potrebno naknadno dorađivati. Na tom principu pretvaranja L kanal (*Lightness*) bilježi informacije o svjetlini koje sadrže glavne informacije o tonovima na fotografiji. Takva konverzija postiže se klikom na *Image > Mode > Lab Color* (Slika 20). Nakon toga potrebno je označiti *Window > Channels*, te selektirati samo *Lightness* kanal. Tada se fotografija pretvara u monokromatsku. Ukoliko nismo zadovoljni rezultatom, fotografija se može dodatno obrađivati funkcijama *Levels* i *Curves*. Nakon toga potrebno je na označenom *Lightness* kanalu, selektirati *Image > Mode > Grayscale* gdje se ostali slojevi (*layers*) odbacuju i fotografija pretvara u skalu sivih tonova.



Slika 20. *Lab Color*

Često se događa to da crno-bijela fotografija nastala konverzijom nije toliko atraktivna, bez obzira što sadrži velik raspon sivih tonova, jer daje dosta plošnu sliku bez velikog kontrasta. *Silver look* metodom može se postići to da se najsvjetliji dijelovi fotografije prikažu stvarno bijelima, a najtamniji stvarno crnima. U Photoshopu se to može postići tako da se fotografija u boji pretvori u monokromatsku (npr. *Black & White* metodom), te se označi *Layer > New Adjustment Layer > Levels* (tom opcijom možemo mijenjati razine crne, sive i bijele boje). *Adjustment layer Levels* aktivno djeluje na sve slojeve ispod sebe, te dolazi s bijelom maskom (*Layer Mask*) koja djeluje na cijelo područje. Područja u maski koja su bijela su aktivna, a područja koja su crna su neaktivna, te se brush alatom selektivno određuje na koje dijelove područja se želi utjecati opcijom *Levels*. Dakle, sa *Levels layerom* namješta se potamnjenje ili posvjetljenje fotografije, a djelovanjem brusha na masku određujemo koja područja zahvaća *Levels*. U slučaju da se želi posvjetliti dio fotografije, u *Levels layer* postave se parametri za posvjetljivanje, a sa brush alatom zacrnjuje se dio u maski koji se ne želi posvjetliti. Isto tako vrijedi i za potamnjenje fotografije. U *Levels layer* postave se parametri za potamnjenje, te se površina maske oboja u crno pomoću *Paint Bucket* alata. Zatim se bijelim *brushem* izvlače dijelovi koji će biti potamnjeni. Da bi se dobio potpuni *Silver look efekt* potrebno

je napraviti više zasebnih *Levels layer*-a za posvjetljivanje i potamnjivanje, od kojih svaki *Levels layer* ima različito postavljene parametre (*Input i Output Levels*) da bi se selektivno moglo utjecati na pojedine dijelove fotografije. [13]

### 2.7.2. Konverzija uz pomoć online i offline aplikacija

U današnje vrijeme suvremena tehnologija nudi razne načine konverzije kolor fotografije u crno-bijelu. Najbolji se rezultati dobivaju uz pomoć softvera, pogotovo ako je fotografija snimana u RAW formatu. Međutim, za amatere postoje različiti online sustavi i mobilne aplikacije koji mogu dati sličan, ako ne i približno isti rezultat.

Jedan od online sustava za konverziju kolor fotografije pohranjene u JPEG formatu u crno-bijelu je LunaPic. To je, zapravo, popularna web stranica za obradu fotografija. Prvi korak je klik na *Upload*. Nakon što se fotografija učita, odabere se željeni efekt, a u ovom slučaju je to *Black and White* (Slika 21). Zatim slijedi klik na *Save to my computer* kako bi crno-bijela slika bila pohranjena.



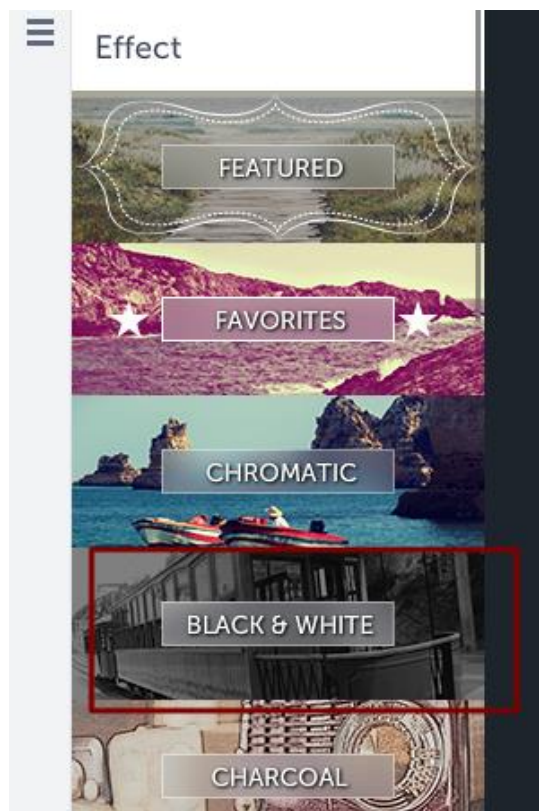
Slika 22. Efekt *Black&White* u LunaPic-u

Slijedeća opcija za konverziju kolor fotografije u crno-bijelu je Befunky. To je, također web stranica na koju je potrebno učitati fotografiju kako bi se mogla obraditi. Upload fotografije postiže se klikom na gumb prikazan na slici 22.



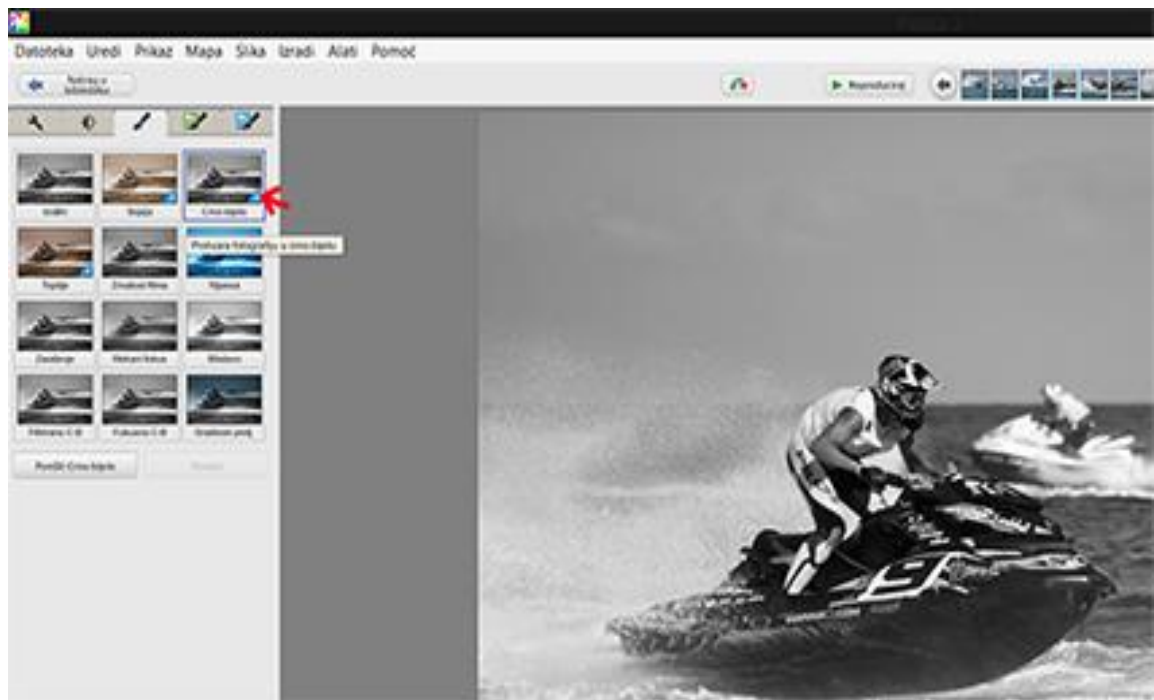
Slika 23. *Upload* fotografije na Befunky, izvor:  
[internetzanatlija.com/2015/04/22/kako-napraviti-crno-belu-sliku/](http://internetzanatlija.com/2015/04/22/kako-napraviti-crno-belu-sliku/)

Nakon toga potrebno je odabrati opciju *Effects*, te odabrati selekciju *Black&White* prikazanu na slici 24. Zatim slijedi pohrana crno-bijele fotografije na računalo, i to uz naredbu *Save*.

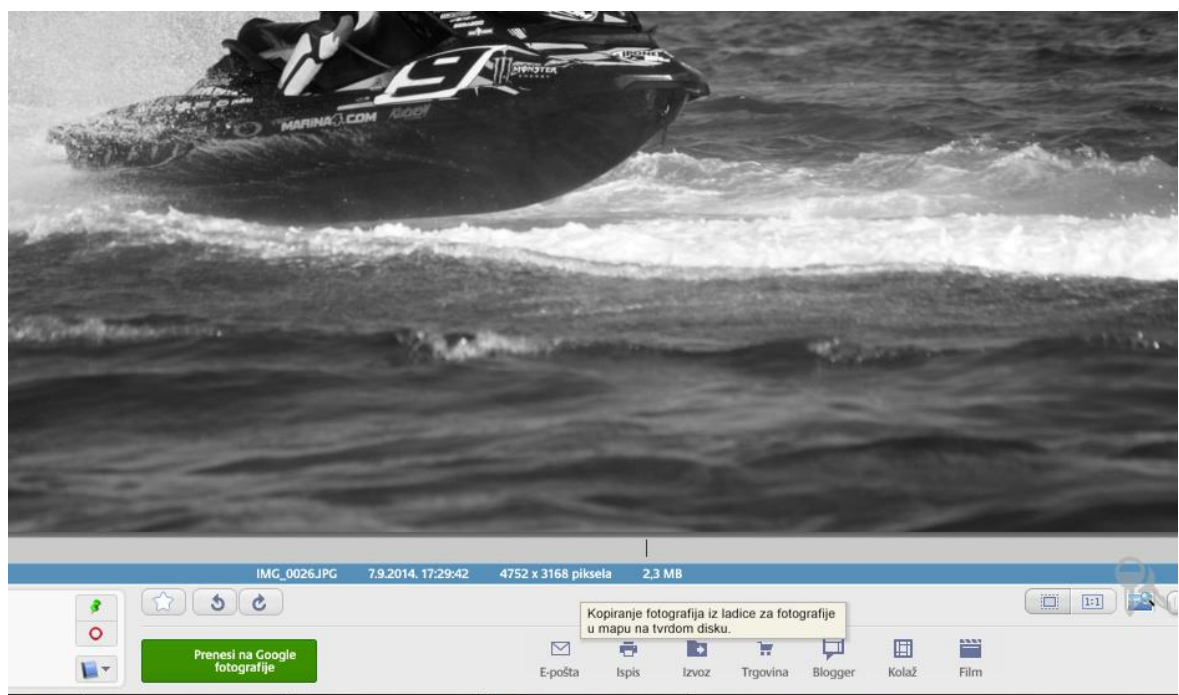


Slika 24. *Black&White* efekt, izvor: [internetzanatlija.com/2015/04/22/kako-napraviti-crno-belu-sliku/](http://internetzanatlija.com/2015/04/22/kako-napraviti-crno-belu-sliku/)

Picasa je program koji se potrebno instalirati na računalo. Prednost Picase je ta što se može povezati s Google računom i sadrži velikih broj različitih foto filtera. Ono što je dobro kod Picase je mogućnost da korisnik svoje slike može automatski učitati u svoj privatni *Google + folder*, i tamo ih čuvati. Jedan od efekata koji postoji u Picasi je i crno-bijeli efekt. Jedino što treba učiniti je otvoriti fotografiju i odabrati ga (Slika 25). Kako bi obrađena fotografija ostala sačuvana, potrebno je kliknuti *Export (Izvoz)* što je prikazano na slici 26. [14]



Slika 25. Crno-bijeli efekt u Picasu



Slika 26. Spremanje fotografije u Picasu

### 3. EKSPERIMENTALNI DIO

Eksperimentalni dio ovog rada sastoji se iz tri dijela. U prvom dijelu ispitivat će se vjernost crno-bijelih fotografija originalu nakon određenog postupka konverzije. Istraživanje će se provesti uz pomoć deset ispitanika koji će iznositi svoje subjektivno mišljenje. Ispitanici će morati poredati crno-bijele fotografije na temelju vjernosti originalu i to od najvjernije do najmanje vjerne.

Drugi dio eksperimentalnog dijela rada temelji se na vlastitoj ekspertnoj analizi gdje će fotografije biti opisane na temelju tehničkih karakteristika (kontrast, svjetlina, oštrina, zasićenost i sl.)

U trećem dijelu ovog poglavlja izrađivat će se histogrami za sve konvertirane fotografije koje su poredane po vjernosti originalu. Iz histograma će se očitavati zastupljenost svijetlih, srednjih i tamnih tonova na fotografiji da bi se na temelju toga mogli donijeti zaključci kako raspon tonova utječe na vjernost konvertirane fotografije originalu i na tehničke karakteristike kao što su kontrast, oštrina, svjetlina i slično.

Na temelju ova tri načina ispitivanja, u konačnici će se izvesti zaključci kako konverzija općenito utječe na tonove crno-bijele fotografije.

#### 3.1. Autorske fotografije i njihove konverzije

Za ekperimentalni dio rada snimljeno je pet fotografija različitih motiva koje su na osam različitih postupaka, koji su opisani u terijskom dijelu rada, konvertirane u crno-bijelu fotografiju.

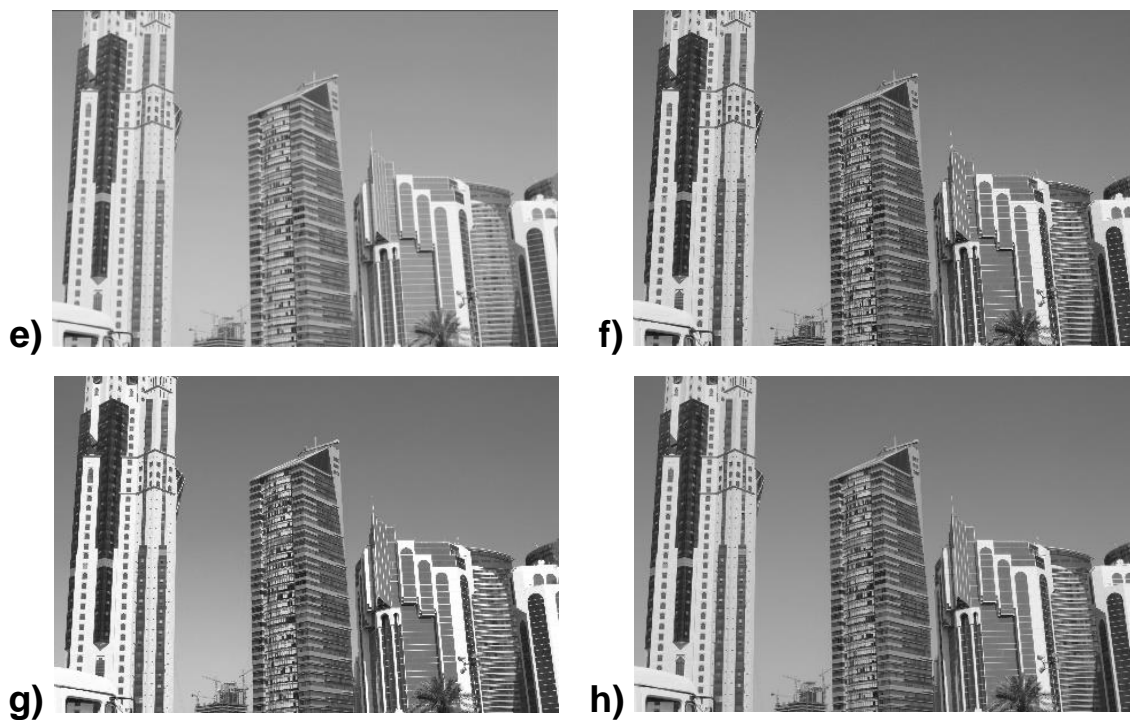




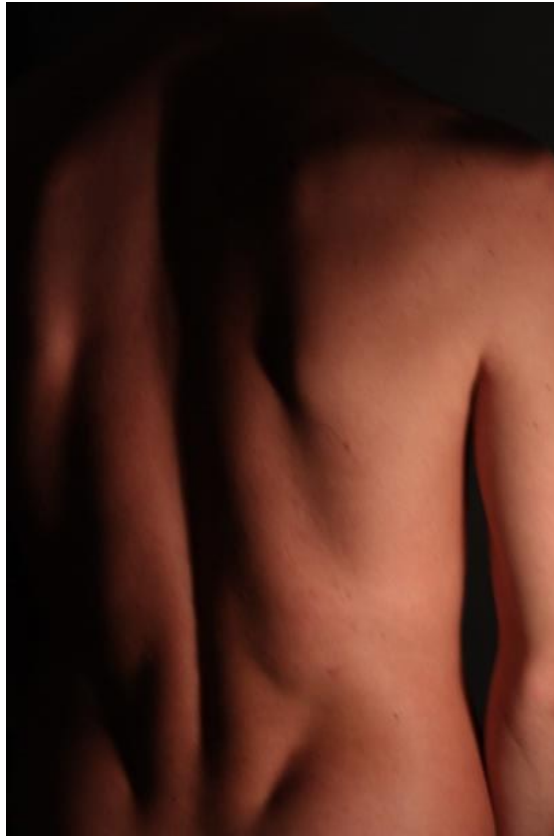
Slika 27. „Neboderi u Dohi“, Lara Brenko (Canon EOS 500D, vrijeme eksponiranja: 1/250 s, otvor objektiva:11, osjetljivost: 100 ISO)





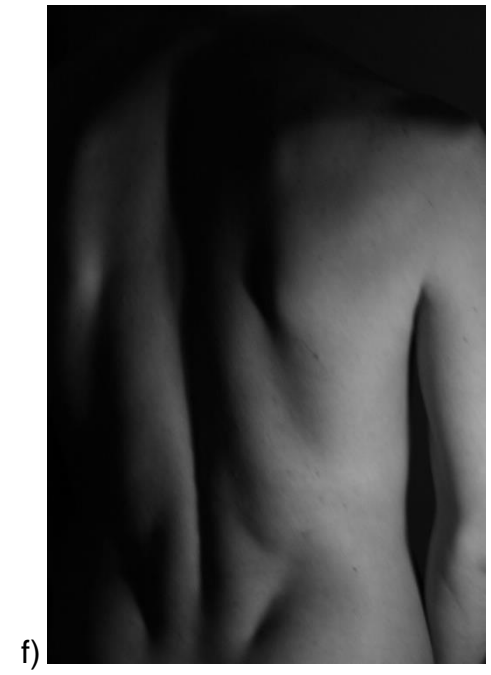
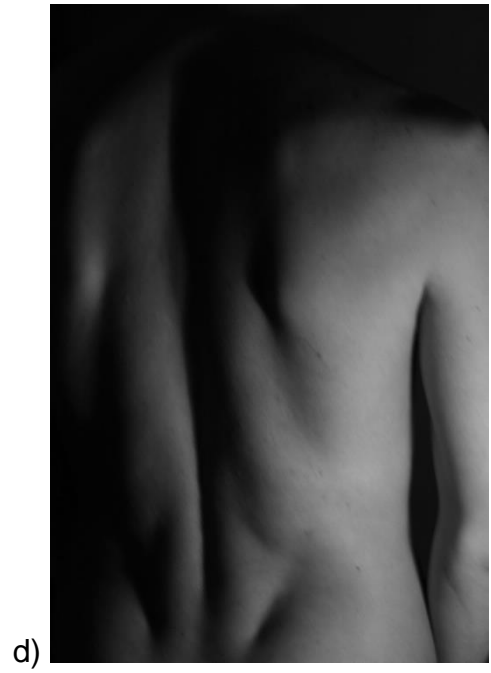


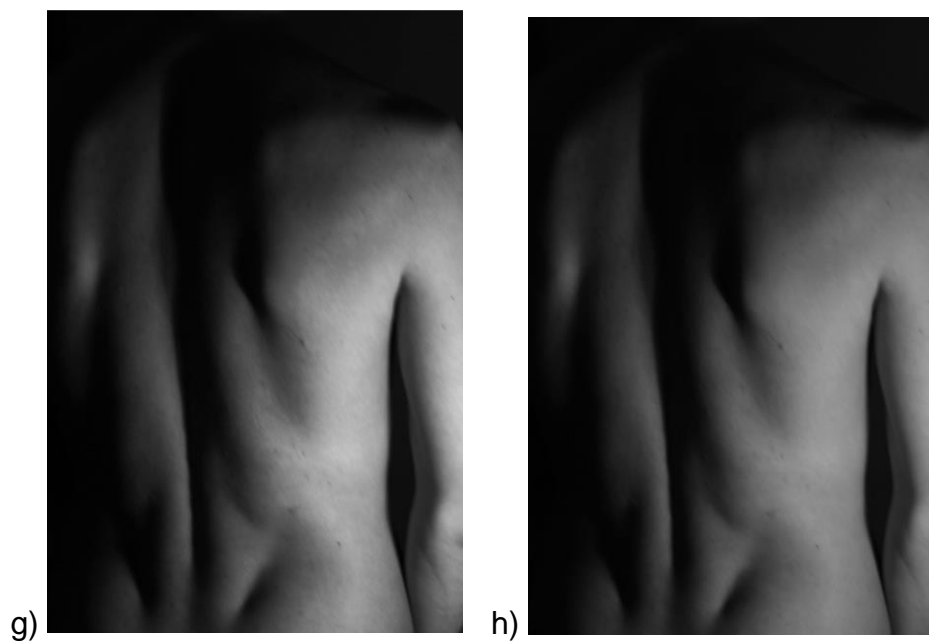
Slika 28. Konverzija fotografije „Neboderi u Dohi“: a) *Black&White* metoda; b) *Grayscale* metoda; c) *Desaturation* metoda; d) *Channel Mixer* metoda; e) *Lab color* metoda; f) *Picassa*; g) *Befunky*; h) *LunaPic*



Slika 29. „Leđa“, Lara Brenko (Canon EOS 500D, vrijeme eksponiranja: 13 s, otvor objektiva: 8, osjetljivost: 100 ISO)



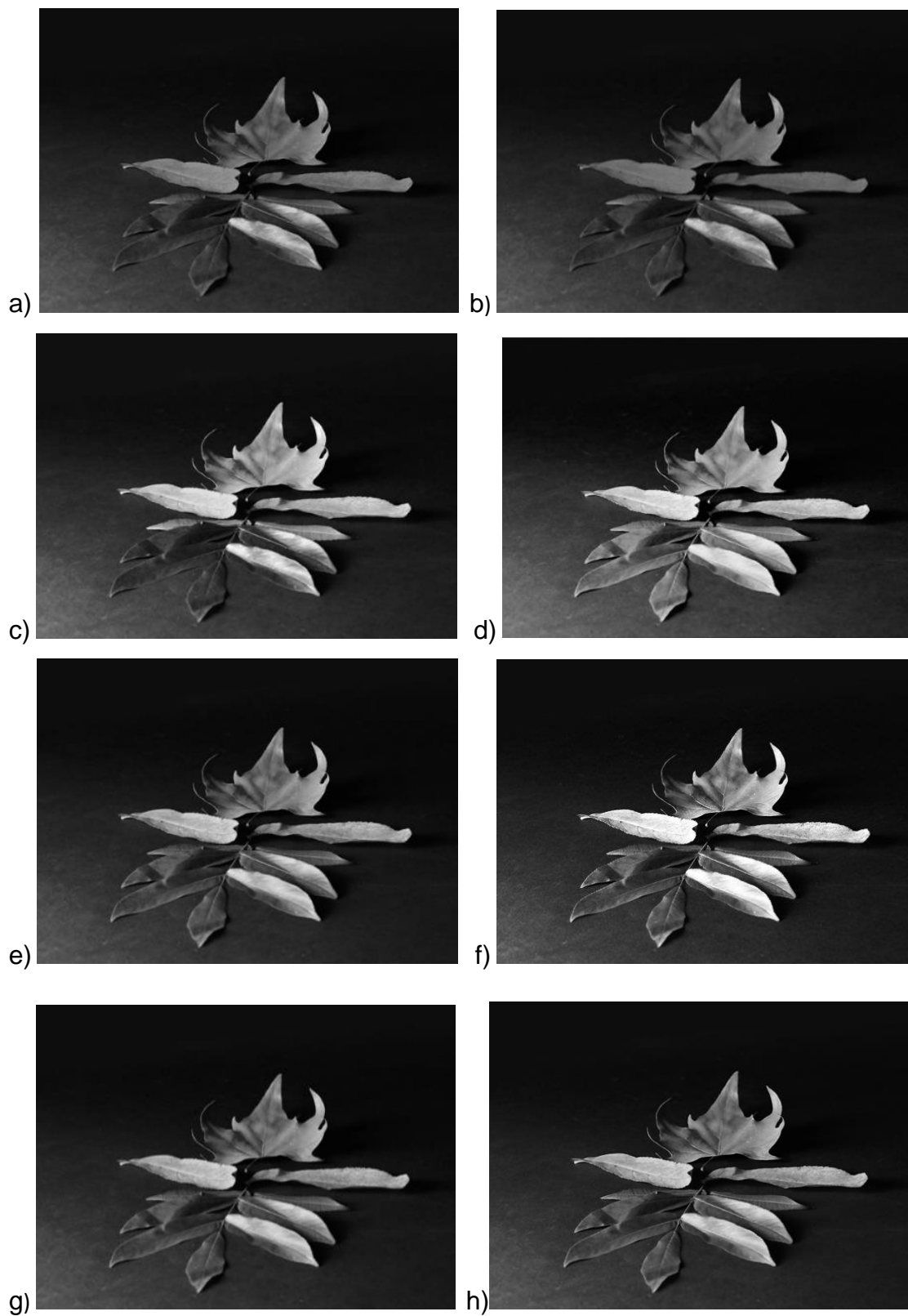




Slika 30. Konverzija fotografije „Leđa“: a) *Black&White* metoda; b) *Grayscale* metoda; c) *Desaturation* metoda; d) *Channel Mixer* metoda; e) *Lab color* metoda; f) *Picassa*; g) *Befunky*; h) *LunaPic*



Slika 31. „Mrtva priroda“, Lara Brenko (Nikon D300, vrijeme eksponiranja: 10 s, otvor objektiva: 6.3, osjetljivost: 1600 ISO)

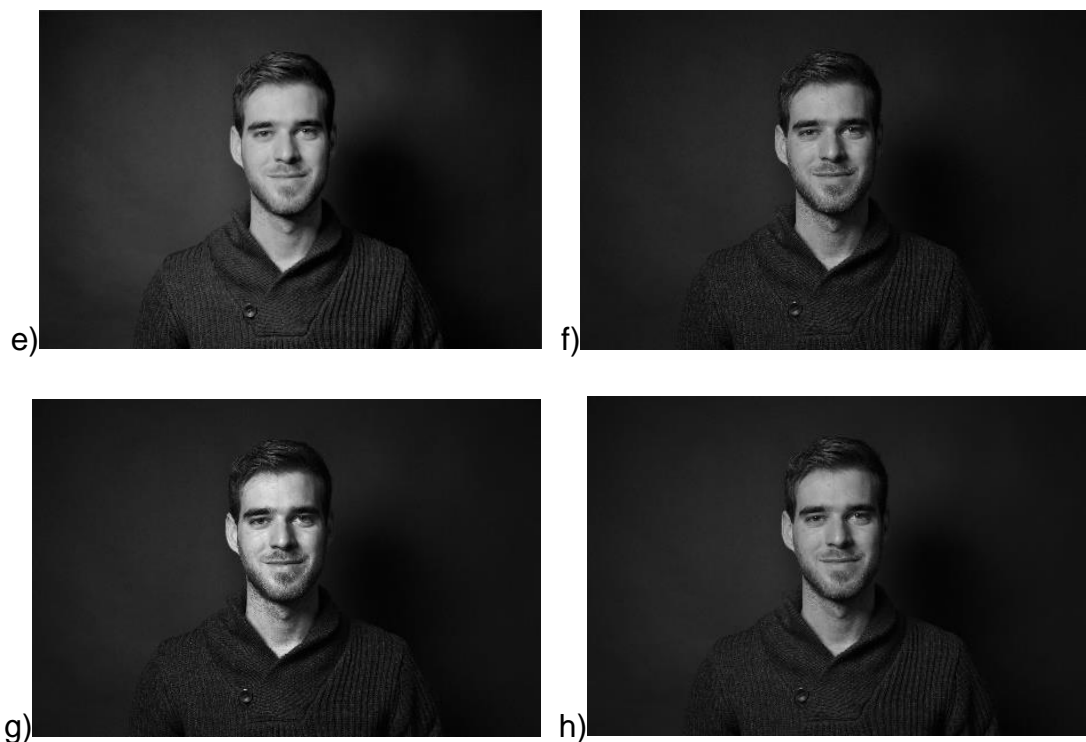


Slika 32. Konverzija fotografije „Mrtva priroda“: a) *Black&White* metoda; b) *Grayscale* metoda; c) *Desaturation* metoda; d) *Channel Mixer* metoda; e) *Lab color* metoda; f) *Picassa*; g) *Befunky*; h) *LunaPic*



Slika 33. „Portret“, Lara Brenko (Nikon D90, vrijeme eksponiranja: 100 s, otvor objektiva: 4.8, osjetljivost: 400 ISO)





Slika 34. Konverzija fotografije „Portret“: a) *Black&White* metoda; b) *Grayscale* metoda; c) *Desaturation* metoda; d) *Channel Mixer* metoda; e) *Lab color* metoda; f) Picassa; g) Befunky; h) LunaPic



Slika 35. „Zelenilo“, Lara Brenko (Sony DSC-HX100V, vrijeme eksponiranja: 15 s, otvor objektiva: 3.5, osjetljivost: 200 ISO)



a)



b)



c)



d)

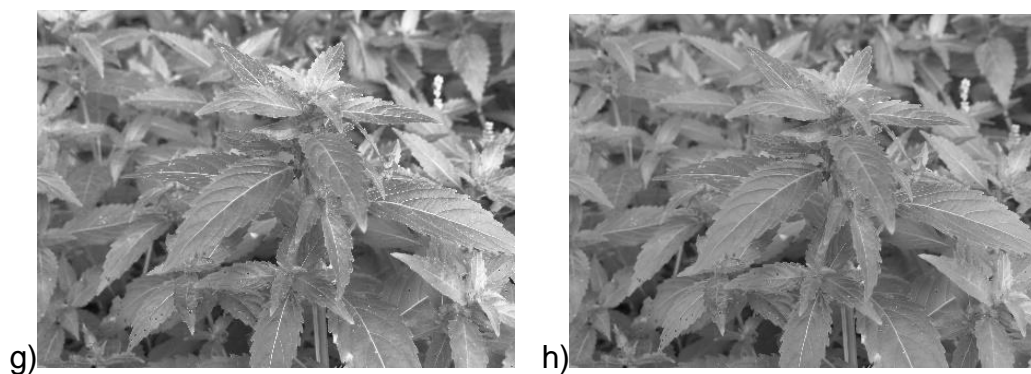


e)

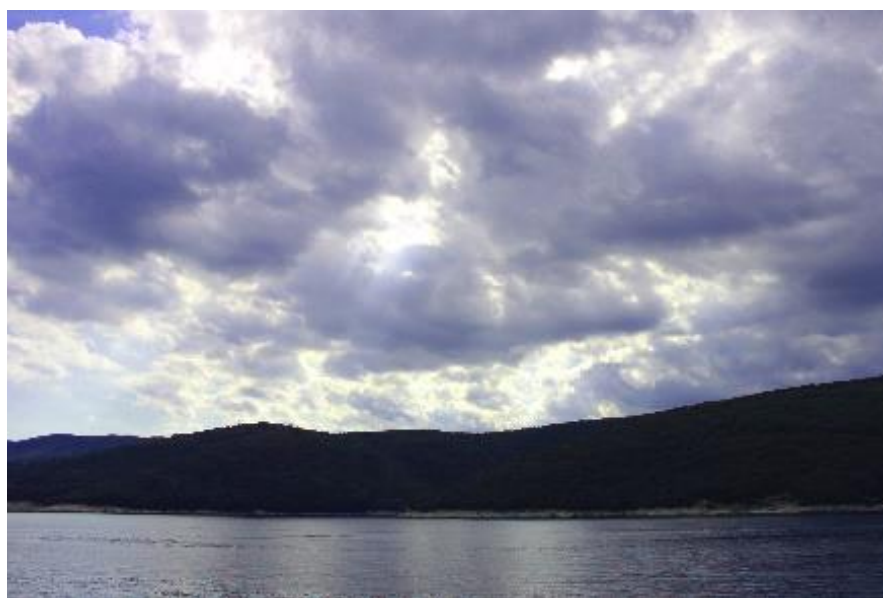


f)

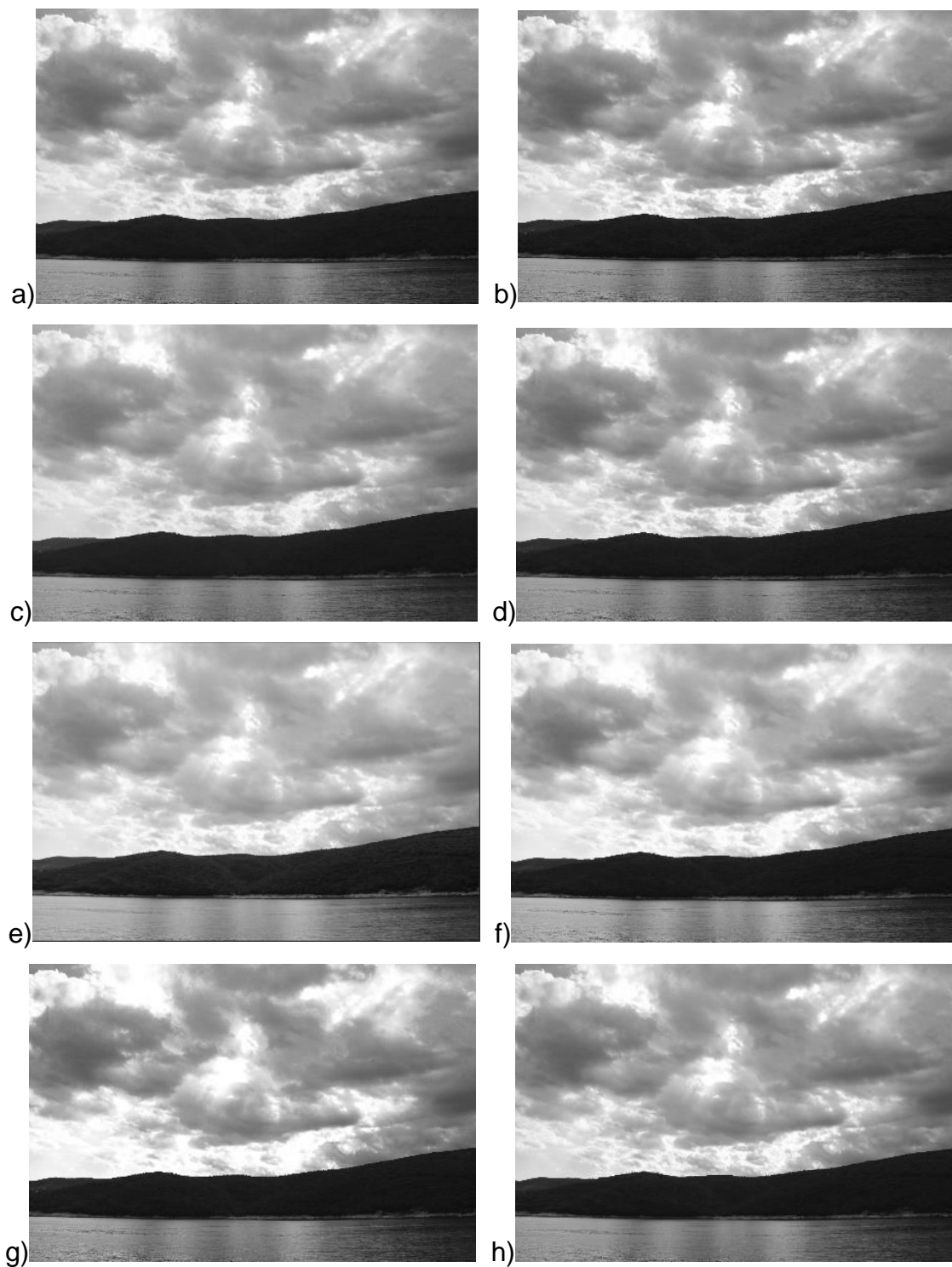




Slika 36. Konverzija fotografije „Zelenilo“: a) *Black&White* metoda; b) *Grayscale* metoda; c) *Desaturation* metoda; d) *Channel Mixer* metoda; e) *Lab color* metoda; f) *Picassa*; g) *Befunky*; h) *LunaPic*



Slika 37. „Oblaci i more“, Lara Brenko (Canon EOS 500D, vrijeme eksponiranja: 2500 s, otvor objektiva: 3.5, osjetljivost: 100 ISO)



Slika 38. Konverzija fotografije „Oblaci i more“: a) *Black&White* metoda; b) *Grayscale* metoda; c) *Desaturation* metoda; d) *Channel Mixer* metoda; e) *Lab color* metoda; f) *Picassa*; g) *Befunky*; h) *LunaPic*

## 4. REZULTATI I RASPRAVA

### 4.1. Ispitivanje vjernosti crno-bijelih fotografija originalu

U ovom dijelu istraživanja, kao što je već napomenuto, sudjeluje deset osoba koje iznose svoje subjektivno mišljenje o vjernosti crno-bijelih fotografija originalu. Zadatak ispitanika je poredati crno-bijele fotografije po vjernosti, i to od najvjernije do najmanje vjerne. Rezultati su prikazani u tablici 1.

Tablica 1. Rezultati ispitivanja vjernosti crno-bijele fotografije originalu za slike 27. i 28.

Metode	a)	b)	c)	d)	e)	f)	g)	h)
Osoba 1	3.	8.	6.	1.	7.	5.	4.	2.
Osoba 2	3.	5.	7.	4.	8.	6.	1.	2.
Osoba 3	7.	6.	2.	5.	3.	4.	8.	1.
Osoba 4	3.	6.	7.	4.	8.	5.	1.	2.
Osoba 5	4.	7.	3.	2.	6.	8.	1.	5.
Osoba 6	3.	6.	7.	4.	8.	5.	2.	1.
Osoba 7	5.	8.	6.	3.	4.	7.	1.	2.
Osoba 8	2.	6.	8.	1.	7.	5.	4.	3.
Osoba 9	3.	5.	7.	4.	8.	6.	1.	2.
Osoba 10	4.	7.	8.	2.	3.	5.	1.	6.

Prema prethodno odrađenom ispitivanju vjernosti crno-bijele fotografije, iz tablice 1, postupci konverzije fotografije prikazane na slici 27 mogu se prema vjernosti originalu poredati na sljedeći način: metoda konverzije uz pomoć Befunky *online* aplikacije, zatim slijedi konverzija pomoću LunaPic aplikacije, nakon toga *Black&White* metoda, iza nje *Channel Mixer* metoda, konverzija uz pomoć softvera Picassa, *Grayscale* metoda, *Desaturation* metoda te na posljednjem mjestu *Lab color* konverzija.

Tablica 2. Rezultati ispitivanja vjernosti crno-bijele fotografije originalu za slike 29. i 30.

Metode	a)	b)	c)	d)	e)	f)	g)	h)
Osoba 1	1.	8.	4.	2.	7.	3.	6.	5.
Osoba 2	3.	4.	1.	5.	8.	6.	2.	7.
Osoba 3	2.	3.	7.	4.	8.	6.	1.	5.
Osoba 4	4.	7.	2.	6.	8.	1.	5.	3.
Osoba 5	1.	4.	7.	2.	8.	6.	5.	3.
Osoba 6	1.	5.	6.	3.	4.	2.	7.	8.
Osoba 7	1.	4.	7.	2.	8.	6.	5.	3.
Osoba 8	5.	6.	8.	1.	7.	4.	3.	2.
Osoba 9	7.	4.	5.	2.	8.	6.	1.	3.
Osoba 10	1.	2.	7.	3.	8.	6.	5.	4.

U tablici 2 vidljivo je da prema subjektivnom mišljenju ispitanika prvo mjesto zauzima crno-bijela fotografija dobivena konverzijom uz pomoć *Black&White* metode, a nakon toga slijede postupci: *Channel Mixing*, *LunaPic*, *Grayscale*, *Befunky*, *Picassa*, *Desaturation* metoda i, na kraju, *Lab color*.

Tablica 3. Rezultati ispitivanja vjernosti crno-bijele fotografije originalu za slike 31. i 32.

Metode	a)	b)	c)	d)	e)	f)	g)	h)
Osoba 1	7.	2.	5.	6.	4.	3.	8.	1.
Osoba 2	1.	4.	8.	5.	7.	3.	2.	6.
Osoba 3	5.	3.	2.	7.	8.	1.	8.	4.
Osoba 4	5.	2.	1.	7.	6.	3.	8.	4.
Osoba 5	4.	1.	2.	3.	6.	5.	7.	8.
Osoba 6	5.	6.	4.	7.	3.	1.	2.	8.
Osoba 7	1.	7.	2.	3.	6.	5.	8.	4.
Osoba 8	2.	1.	4.	5.	7.	3.	6.	8.
Osoba 9	5.	3.	1.	7.	4.	2.	8.	4.
Osoba 10	7.	1.	2.	8.	6.	3.	5.	4.

Za tablicu 3, koja prikazuje vjernost crno-bijelih fotografija dobivenih iz fotografije prikazane na slici 31, karakteristično je da su postupci prema vjernosti poredani slijedećim redoslijedom: *Grayscale* metoda, *Desaturation* metoda, metoda konverzije u Picassi, metoda konverzije u LunaPicu, *Black&White* metoda, *Lab color* metoda, *Channel Mixer* metoda i, kao najmanje vjerna metoda, metoda konverzije uz pomoć Befunky aplikacije.

Tablica 4. Rezultati ispitivanja vjernosti crno-bijele fotografije originalu za slike 33. i 34.

Metode	a)	b)	c)	d)	e)	f)	g)	h)
Osoba 1	2.	8.	7.	5.	4.	3.	6.	1.
Osoba 2	2.	7.	8.	5.	6.	1.	3.	4.
Osoba 3	8.	3.	5.	4.	7.	1.	6.	2.
Osoba 4	5.	4.	3.	7.	8.	2.	6.	1.
Osoba 5	1.	2.	5.	8.	6.	3.	7.	4.
Osoba 6	2.	3.	4.	7.	8.	1.	6.	5.
Osoba 7	3.	1.	5.	6.	4.	2.	8.	7.
Osoba 8	2.	3.	5.	7.	8.	1.	6.	4.
Osoba 9	1.	5.	7.	2.	8.	4.	6.	3.
Osoba 10	2.	3.	5.	7.	6.	1.	8.	4.

Prema tablici 4 postupci konverzije fotografije prikazane na slici 33 mogu se prema vjernosti originalu poredati na sljedeći način: metoda konverzije uz pomoć Picasse, zatim slijedi *Black&White* metoda, nakon toga *Grayscale* metoda, iza nje metoda konverzije uz pomoć LunaPic aplikacije, *Desaturation* metoda, konverzija uz pomoć Befunky aplikacije, *Channel mixing* metode te na posljednjem mjestu *Lab color* konverzija.

Tablica 5. Rezultati ispitivanja vjernosti crno-bijele fotografije originalu za slike 35. i 36.

Metode	a)	b)	c)	d)	e)	f)	g)	h)
Osoba 1	1.	3.	6.	7.	8.	4.	2.	5.
Osoba 2	6.	2.	4.	1.	8.	3.	5.	7.
Osoba 3	7.	6.	3.	1.	8.	4.	2.	5.
Osoba 4	8.	6.	3.	1.	7.	4.	2.	5.
Osoba 5	7.	8.	1.	2.	6.	5.	3.	4.
Osoba 6	7.	6.	2.	3.	8.	4.	1.	5.
Osoba 7	8.	7.	3.	1.	5.	4.	2.	6.
Osoba 8	7.	6.	2.	4.	3.	8.	1.	5.
Osoba 9	6.	5.	3.	1.	8.	4.	2.	7.
Osoba 10	7.	6.	3.	1.	8.	4.	2.	5.

Prema rezultatima ispitivanja iz tablice 5 konvertirane se fotografije na osnovi primijenjenog postupka konvertiranja i vjernosti originalu, mogu poredati na slijedeći način: slika 36.d), slika 36.g), slika 36.c), slika 36.f), slika 36.h), slika 36.b), slika 36.a) i , kao najmanje vjerna originalu slika 36.e)

Tablica 6. Rezultati ispitivanja vjernosti crno-bijele fotografije originalu za slike 37. i 38.

Metode	a)	b)	c)	d)	e)	f)	g)	h)
Osoba 1	1.	7.	4.	6.	2.	3.	8.	5.
Osoba 2	6.	2.	8.	4.	7.	5.	1.	3.
Osoba 3	1.	3.	6.	2.	7.	5.	8.	4.
Osoba 4	3.	5.	6.	2.	1.	7.	8.	4.
Osoba 5	1.	3.	4.	2.	8.	5.	7.	6.
Osoba 6	2.	3.	6.	1.	7.	5.	8.	4.
Osoba 7	1.	4.	5.	2.	7.	3.	6.	8.
Osoba 8	1.	3.	7.	2.	8.	5.	6.	4.
Osoba 9	1.	8.	6.	3.	7.	4.	1.	2.
Osoba 10	1.	3.	6.	4.	5.	2.	8.	4.

Promatrajući rezultate iz tablice 6, može se reći da je, prema subjektivnom mišljenju ispitanika, prvo mjesto s obzirom na vjernost originalu, zauzela slika 38.a), a iza slijede fotografije: slika 38.d), slika 38.b), slika 38.h), slika 38.f) slika 38.c), slika 38.e) i posljednja slika 38.g).

#### 4.2. Vlastita analiza crno-bijelih fotografija

Uspješna fotografija je ona koja privlači i zadržava pažnju i pogled promatrača te mu prenosi viđenja, osjeća je i razmišljanja fotografa. Ponekad dobra fotografija ne mora biti tehnički savršeno odrađena, ako je trenutak dobro uhvaćen. [18]

U ovom radu snimljeno je šest kolor fotografija koje karakteriziraju različiti motivi, perspektive, kadrovi, svjetline i rasponi tonova, te su, kao što je već navedeno, konvertirane u crno-bijelu fotografiju uz pomoć osam različitih opcija.



Prvi snimljeni motiv su neboderi u Dohi što je prikazano na slici 27. Promatrajući konvertirane fotografije, može se uočiti naglašenost dubine na fotografijama. Dubina je jače naglašena na fotografijama koje su srednje kontrastne, tj. imaju normalan izgled, odnosno na fotografijama gdje je ljestvica tonova bogata, što je vidljivo na slikama 28.a), 28.c), 28.f), 28.g) i 28.h). Slike 28.b) i 28.d) su pretamne, te se na tim fotografijama gubi osjećaj dubine i snage zbog lošeg odnosa svjetla, sjena i linija. Slika 28.e) je presvijetla što znači da na njoj većinom prevladavaju jednolični sivi tonovi i to joj daje mekan izgled.

Sljedeći fotografirani motiv su leđa (Slika 29) koja su, zapravo, implicirani akt. Ova fotografija snimljena je *low key* tehnikom za koju je karakteristična veća zastupljenost tamnih tonova, te buđenje osjećaja dramatičnosti i tajnovitosti. Pri fotografiranju se rasvjeta nalazi sa strane objekta i na taj način stvara sjene, dok interes privlače najsvjetlije točke, koje su, promatraju li se konvertirane crno-bijele fotografije, više ili manje naglašene. Fotografije na kojima, nakon postupka koverzije, najsvjetlije točke previše odvlače pažnju prikazane su na slikama 30.e) i 30.g). Jednolična, premalo kontrastna i sumorna fotografija, u ovom je slučaju, dobivena koverzijom uz Photoshop tehniku *Grayscale* (Slika 30.b). Konvertirane fotografije na kojima je raspon tonova najprihvatljiviji, najbogatiji i najefektniji nalaze se na slikama 30.a), 30.c), 30.d), 30.f), 30.g) i 30.h). Na tim su fotografijama optimalno naglašene linije uz pomoć sjena dobivenih zahvaljujući adekvatno postavljenoj rasvjeti, te je na taj način postignuta idealna optička ravnoteža.

Fotografija „Mrtva priroda“ (Slika 31) u originalu (koloru) sadrži popriličan raspon različitih tonova i boja lišća, ali ti su tonovi i boje na konvertiranim fotografijama različito uočljivi. Linije su na svim fotografijama oštre i jasne, što znači da su granice među sivim, crnim i svijetlim tonovima jasno prikazane. Neke su fotografije previše kontrastne kao primjerice na Slikama 32.b), 32.e) i 32.g), pa su na navedenim fotografijama, tonovi koji su na originalu svijetli, na konvertiranim fotografijama presvijetli, a tonovi koji su na kolor fotografiji tamni, na konvertiranim su fotografijama pretamni. Kod fotografije konvertirane Photoshop tehnikom *Desaturation* (Slika 32.c) može se vidjeti premali raspon

tonova i jednoličan izgled, dok su fotografije na Slikama 32.a), 32.d), 32.f) i 32.h) optimalnog izgleda, bogate ljestvice tonova i optimalne optičke ravnoteže.

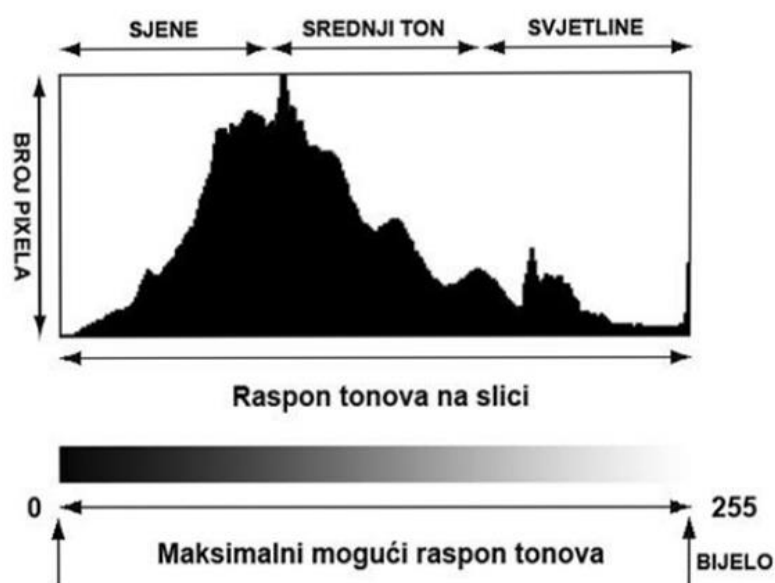
Četvrti fotografirani motiv je muška osoba (portret) i prikazan je na slici 33. Kod ove fotografije karakteristično je to da je pravilnim rasporedom elemenata kompozicije i odabirom svjetla, naglašena važnost motiva, te fotografija zrači iskrenom emocijom. Nakon osam različitih postupaka konverzije, neke su konvertirane fotografije zadržale te karakteristike, a neke nisu (Slika 34). Glavna točka fotografije su oči, koje zadržavaju pogled, a to se svojstvo postiže odgovarajućom dubinskom oštrinom. [19] U ovom slučaju je na svim konvertiranim fotografijama zadržano svojstvo glavne točke interesa i dubinske oštine, ali je se na nekim fotografijama gubi osjećaj prostora (Slika 34). Osjećaj prostora gubi se na fotografijama koje su previše kontrastne i tvrde, a to je ovdje slučaj na slikama 34.e) i 34.g). Slike 34.b), 34.c) i 34.d) su previše jednolične i ne ostavljaju nikakav dojam zbog previše sivila. Savršena naglašenost motiva i prostora, postignuta idealnim odnosom svjetlih i tamnih tonova, prikazana je na slikama 34.a), 34.f) i 34.h).

Sljedeći fotografirani motiv je stabljika mente sa fokusom na listove koji se nalaze na vrhu stabljike (Slika 35). Konvertirane fotografije prikazane na slici 36. karakterizira dosta prihvatljivi raspon tonova, dubinska oština, naglašenost motiva i svjetlina, osim fotografije konvertirane *Lab color* postupkom (Slika 36.e), koja je presvjetla, premeka i jednolična. Fotografija 36.d) je malo tamnija i tvrđa, ali i dalje dovoljno bogata različitim rasponom tonova.

Posljednji fotografirani motiv je oblačno nebo (Slika 37). Na kolor fotografiji može se vidjeti dubina mora, ritam valova, udaljenost brežuljka, voluminoznost oblaka, odnosno osjećaj velikog prostora. Prebacivanjem u crno bijelu varijantu, dobilo se na izražajnosti kontrasta i fotografija je postala dramatičnija, ali ni jedna tehnika konverzije nije oduzela kolor fotografiji prethodno navedene osjećaje (Slika 38). Jedino je fotografija konvertirana opcijom *Grayscale* tamnija pa daje osjećaj kao da je nebo oblačnije nego što jest (Slika 38.b).

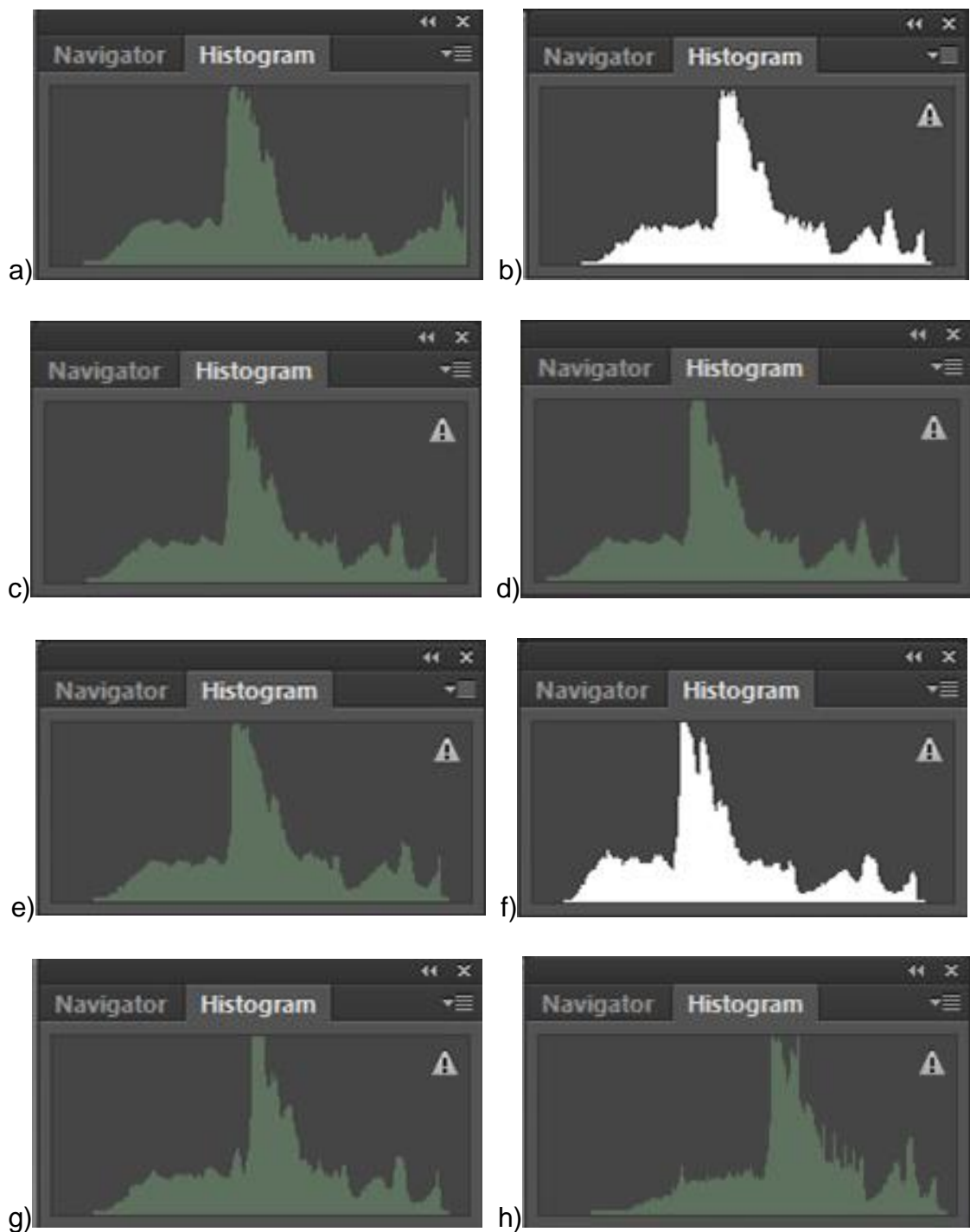
#### 4.3. Analiza histograma konvertiranih fotografija

Histogram je grafički prikaz distribucije tonova. Kod crno-bijele fotografije histogram prikazuje informaciju o osvjetljenju tj. o rasponu sjena, srednjih tonova i svjetlih tonova (Slika 39.) Histogram crno-bijele fotografije definiran je tako da sadrži 256 „skupina“. U prvoj „skupini“ su potpuno crni, a u zadnjoj potpuno bijeli tonovi, a oni između imaju različite intezitete sive boje (od najtamnije do najsvjetlije), odnosno u histogramu je svaki piksel opisan jednom nijansom sive bojom, gdje 0 znači crnu, a 255 bijelu. [20]



Slika 39. Primjer histograma

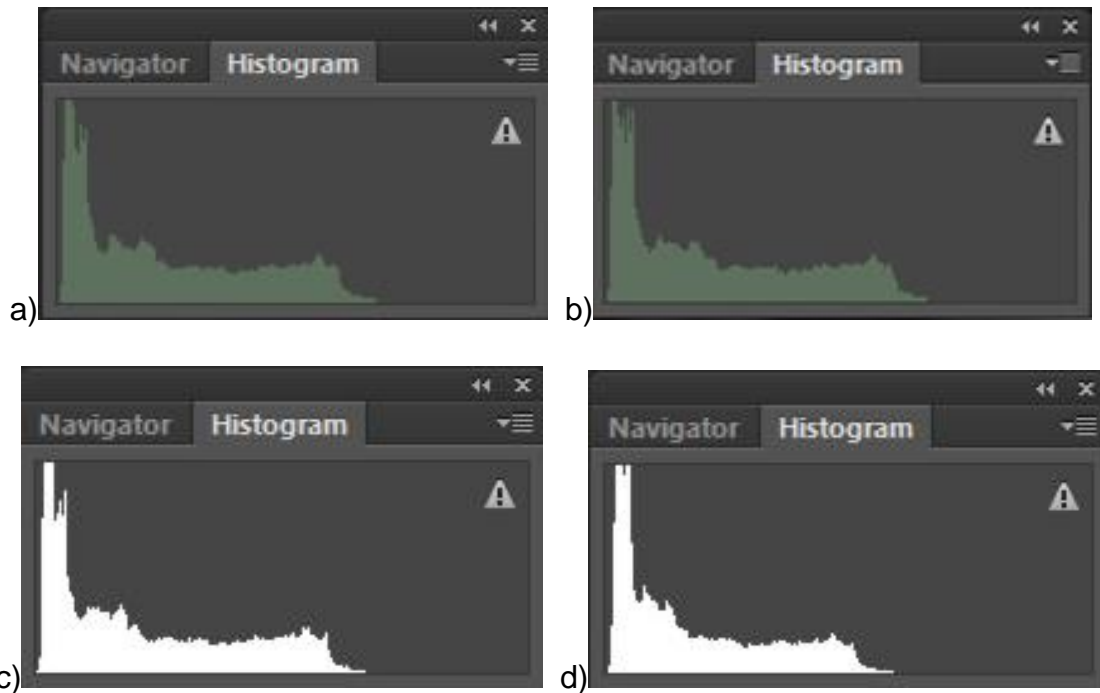
U ovom radu su histogrami izrađeni uz pomoć Photoshopa za svaku konvertiranu fotografiju, te su poredani na temelju rezultata dobivenih ispitivanjem desetero promatrača. Cilj je pokušati povući paralelu između histograma i rezultata ispitanika, te na temelju toga zaključiti na koji način utječe udio svijetlih, tamnih i srednjih tonova na promatrača, i na koji način različiti postupci konverzije kolor fotografije utječu na tonove crno bijele fotografije.

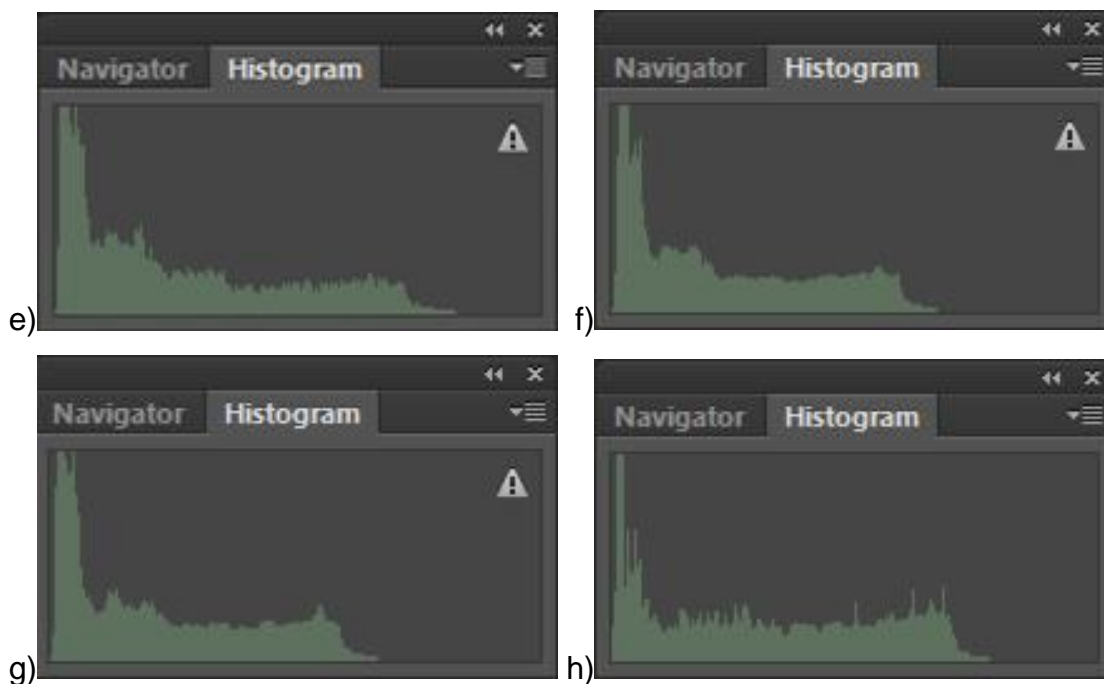


Slika 40. Histogrami konvertiranih fotografija poredani na temelju rezultata iz Tablice 1.: a) histogram konverzije uz pomoć Befunky *online* aplikacije, b) histogram konverzije pomoću LunaPic aplikacije, c) histogram *Black&White* metode konverzije, d) histogram *Channel Mixer* metode konverzije, e) histogram konverzije uz pomoć softvera Picassa, f) histogram konverzije

*Grayscale* metodom, g) histogram konverzije *Desaturation* metodom, h) histogram konverzije uz *Lab color* metodu

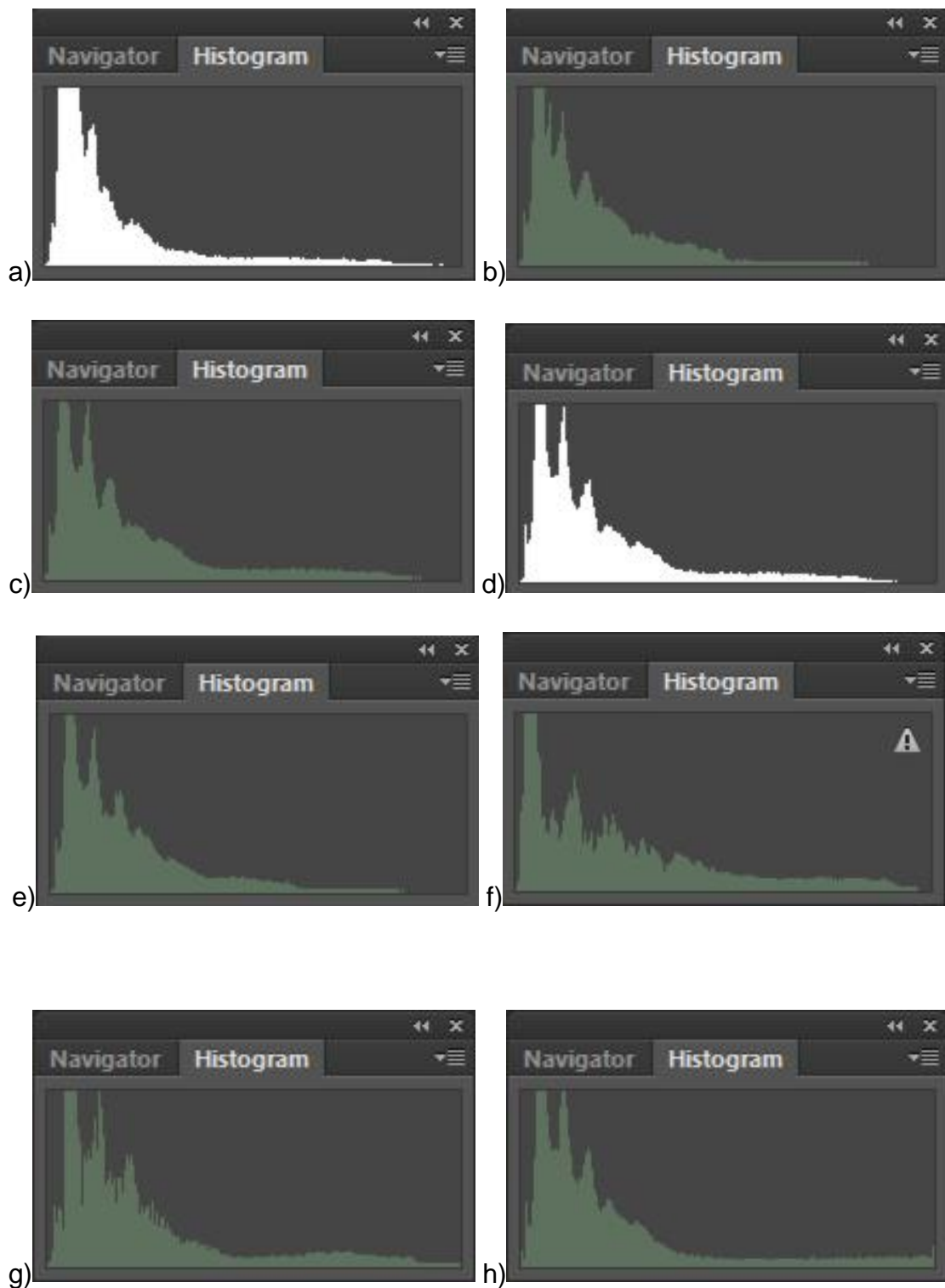
Iz histograma prikazanih na slici 40, koji se odnose na fotografiju „Neboderi u Dohi“, može se vidjeti da na konvertiranim fotografijama većinom prevladavaju srednji tonovi. Histogram prikazan na slici 40.a) sadrži nešto više svjetlih tonova te je, prema mišljenju ispitanika, konvertirana fotografija iz koje je dobiven taj histogram, okarakterizirana kao najvjernija. Isto tako, može se primjetiti da se histogram konvertirane fotografije, koji sadrži najveći udio sjene tj. tamnih tonova, nalazi na posljednjem mjestu. Prema mišljenju ispitanika, najbolja varijanta konverzije pokazala se *Black&White* opcija.





Slika 41. Histogrami konvertiranih fotografija poredani na temelju rezultata iz Tablice 2.: a) *Black&White* metoda konverzije, b) *Channel Mixing* metoda konverzije, c) LunaPic metoda konverzije, d) *Grayscale* metoda konverzije, e) Befunky metoda konverzije, f) Picassa metoda konverzije, g) *Desaturation* metoda konverzije, h) *Lab color* metoda konverzije

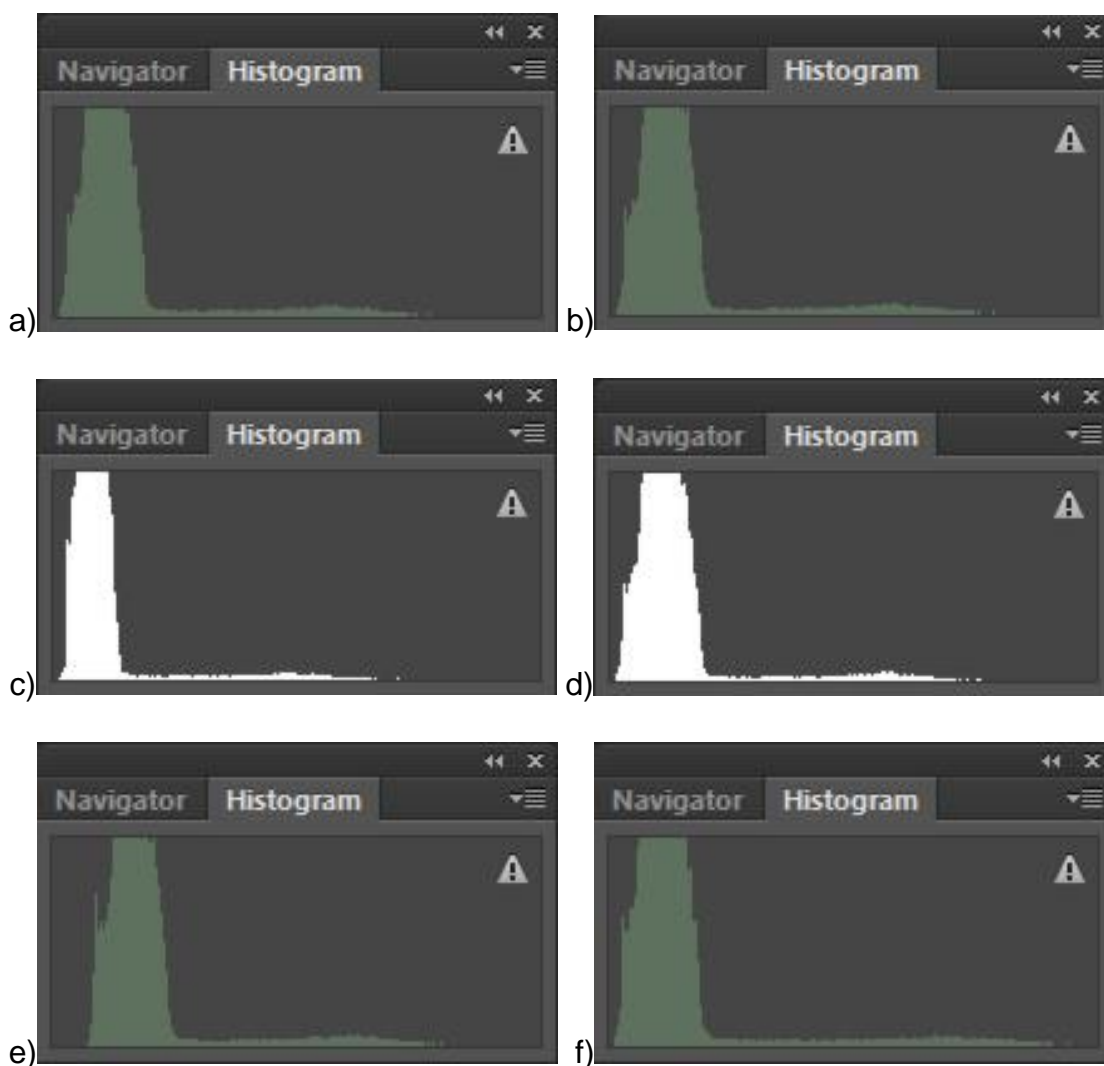
Za histograme prikazane na slici 41 karakteristično je to da je većina tonova smještena na lijevoj strani, što je i logično jer je fotografija „Leđa“ nastala *low key* tehnikom fotografiranja gdje fotografiju čine sjene i tamni tonovi. Još se može primijetiti da kod ovih histograma nema nekog velikog kontrasta, a najmanje od svega ima svjetlih tonova. Vidljivo je da prva četiri mjesta, prema vjernosti originalu, zauzimaju gotovo identični histogrami. Dakle, prema rezultatima ispitanika, kao najvjernija konverzija pokazala se *Black&White* metoda, a kao najmanje vjerna originalu *Lab color* metoda kod koje se iz histograma može vidjeti da ima jednoličan izgled, tj. sadrži premalo kontrastnih tonova.



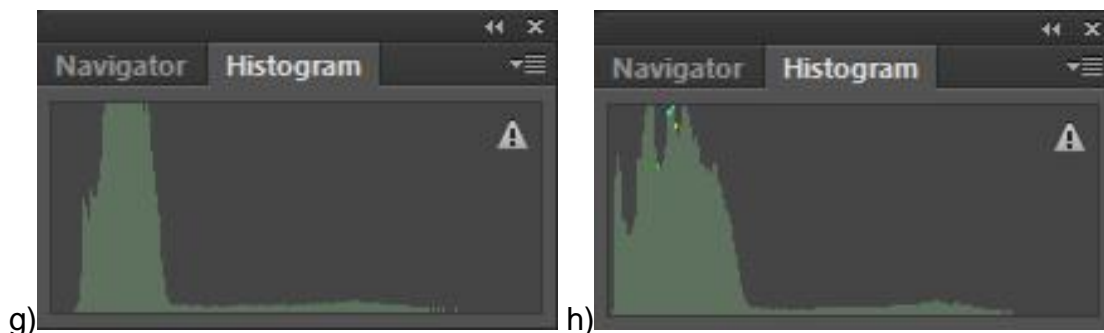
Slika 42. Histogrami konvertiranih fotografija poredani na temelju rezultata iz Tablice 3.: a) *Grayscale* metoda konverzije, b) *Desaturation* metoda konverzije, c) metoda konverzije u Picassi, d) metoda konverzije u LunaPicu, e)

*Black&White* metoda konverzije, f) *Lab color* metoda konverzije, g) *Channel Mixer* metoda, h) metoda konverzije uz pomoć Befunky aplikacije

Kod histograma kovertiranih fotografija originala pod nazivom „Mrtva priroda“ vidljivo je da na fotografiji prevladavaju tamniji tonovi zbog tamne pozadine. Srednjih tonova ima jako malo, a svijetlih gotovo da i nema. Histogrami su svi gotovo identični, što znači da je raspon tonova na svim konvertiranim fotografijama gotovo jednak. Ovdje se kao najvjernija metoda konverzije pokazala *Grayscale opcija*, a kao najmanje vjerna metoda konverzije uz pomoć Befunky aplikacije.

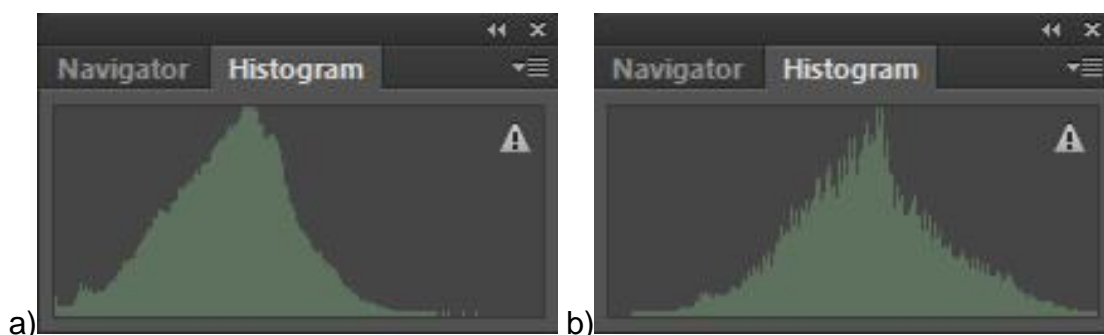


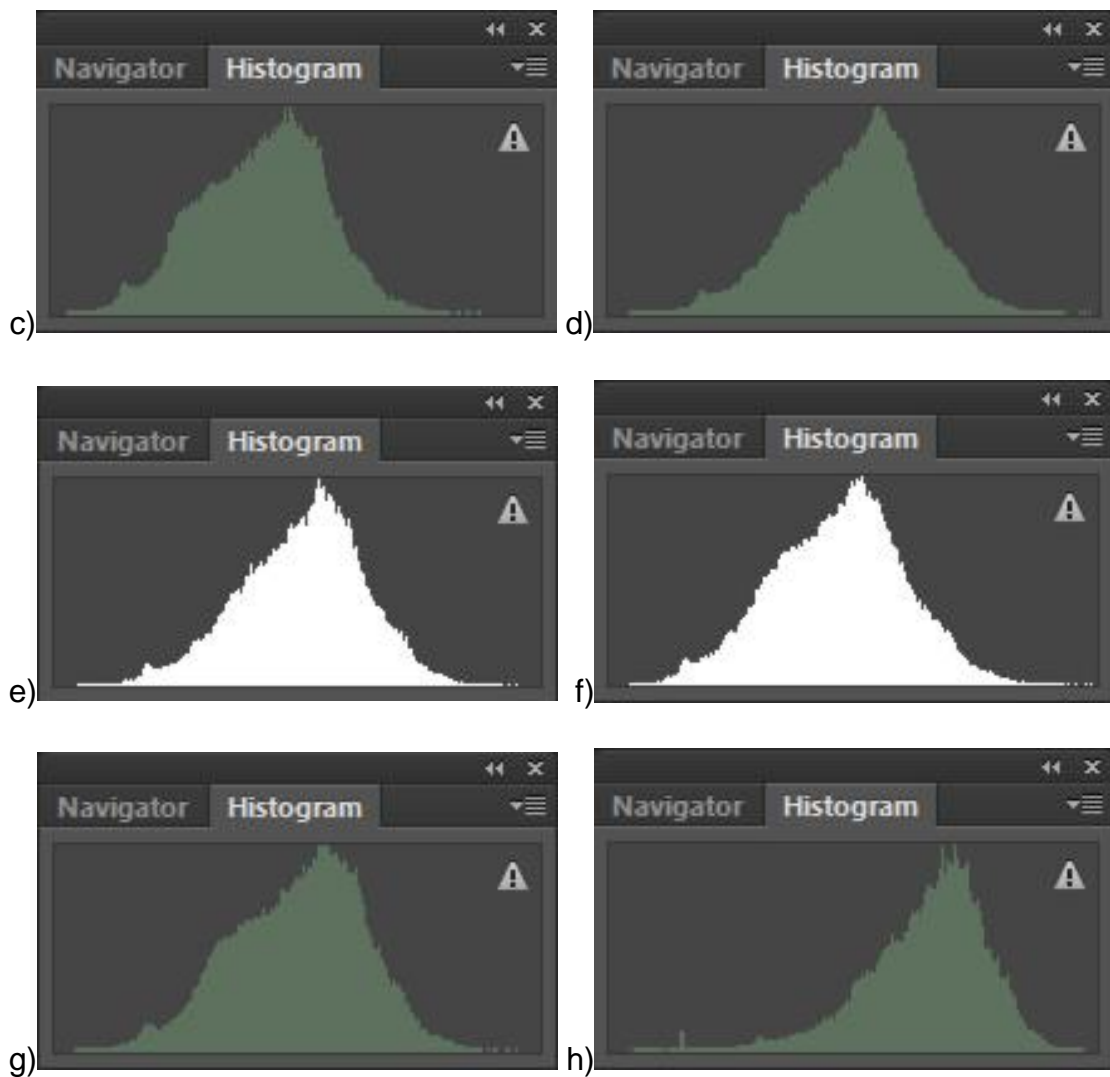




Slika 43. Histogrami konvertiranih fotografija poredani na temelju rezultata iz Tablice 4.: a) metoda konverzije uz pomoć Picasse, b) *Black&White* metoda konverzije, c) *Grayscale* metoda konverzije, d) metoda konverzije uz pomoć LunaPic aplikacije, e) *Desaturation* metoda konverzije, f) konverzija uz pomoć Befunky aplikacije, g) *Channel mixing* metoda konverzije, h) *Lab color* konverzija

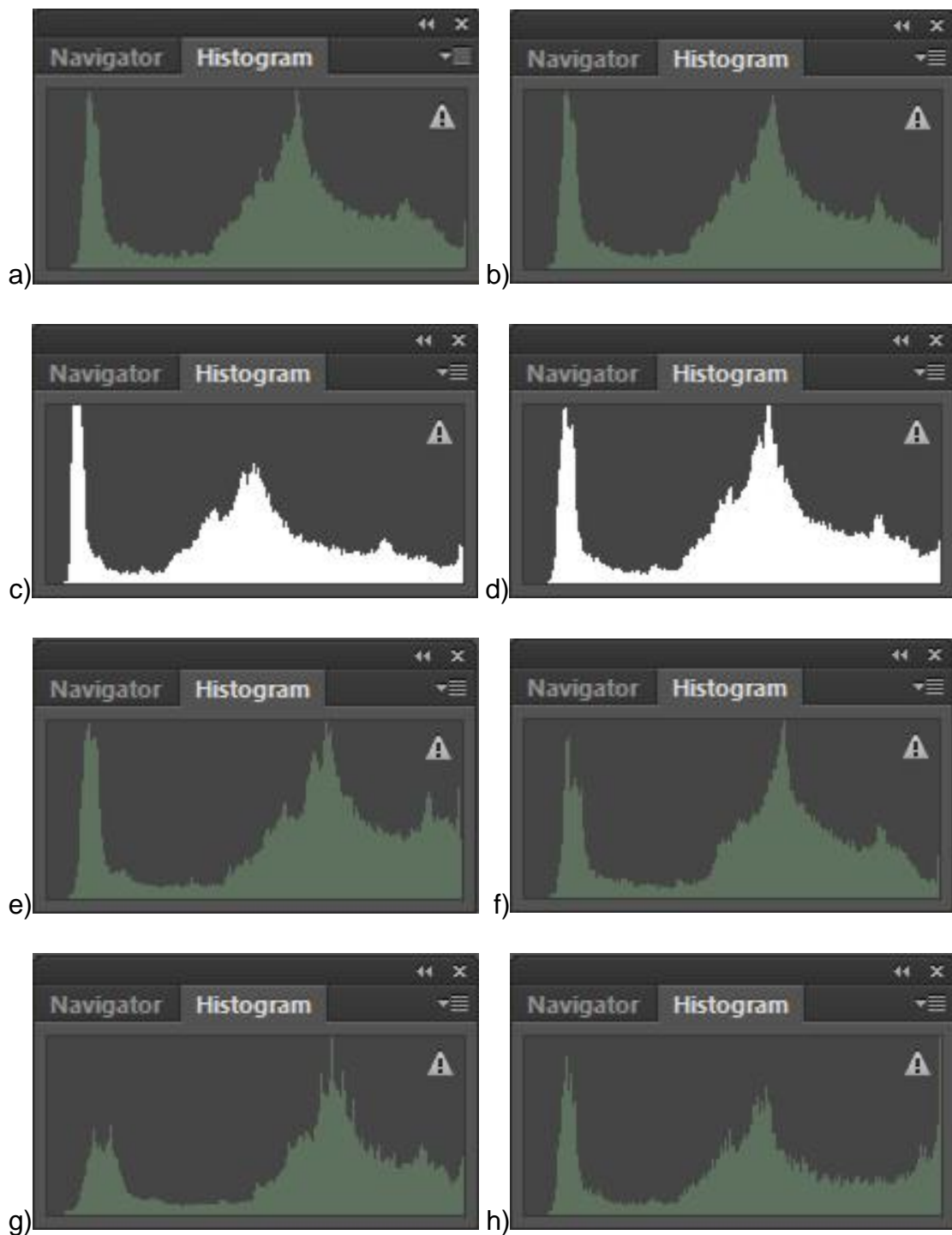
Fotografija „Portret“ također je, kao i fotografija „Mrtva priroda“, snimljena na tamnoj pozadini. Iz tog se razloga na histogramima konvertiranih fotografija može vidjeti velika zastupljenost tonova na lijevoj strani, te gotovo nikakva u sredini i na desnoj strani. Ovdje je, prema vjernosti, na prvom mjestu metoda konverzije uz pomoć Picasse, a iz histograma se može vidjeti da najsvjetlijih tonova na fotografiji uopće nema. Na posljednjem mjestu je *Lab color* konverzija, iz čijeg histograma možemo pročitati najveću zastupljenost tamnih tonova.





Slika 44. Histogrami konvertiranih fotografija poredani na temelju rezultata iz Tablice 5.: a) *Channel Mixer* metoda konverzije, b) *Befunky* metoda konverzije, c) *Desaturation* metoda konverzije, d) *Picassa* metoda konverzije, e) *LunaPic* metoda konverzije, f) *Grayscale* metoda konverzije, g) *Black&White* metoda konverzije, h) *Lab color* metoda konverzije

Za histograme dobivene iz konvertiranih fotografija originala „Zelenilo“ karakteristično je nešto malo tamnih i velik udio srednjih tonova, dok je udio svijetlih tonova jako mali. Ovdje se kao nabolja opcija, prema vjernosti originalu, pokazala *Channel Mixer* metoda konverzije, a kao najlošija *Lab color* metoda konverzije. Kod histograma fotografije dobivene *Channel Mixer* metodom može se uočiti veća zastupljenost tamnih, i manja zastupljenost svijetlih tonova nego kod *Lab color* metode.



Slika 45. Histogrami konvertiranih fotografija poredani na temelju rezultata iz Tablice 6.: a) *Black&White* metoda konverzije, b) *Channel Mixer* metoda konverzije, c) *Grayscale* metoda konverzije, d) *LunaPic* metoda konverzije, e) *Picassa* metoda konverzije, f) *Desaturation* metoda konverzije, g) *Lab color* metoda konverzije, h) *Befunky* metoda konverzije

Na slici 45 su prva dva histograma gotovo identična, dok treći, četvrti, peti i šesti pokazuju manja odstupanja. Histogrami koji imaju potpuno drugačiji izgled od ostalih su slika 45.g i 45.h. Od ostalih se razlikuju po tome što imaju puno manji raspon tonova općenito, sadrže manje kontrasta od ostalih histograma, što znači da su, konvertirane fotografije iz kojih su dobiveni ti histogrami, pomalo jednolične.

## 5. ZAKLJUČCI

Opće je poznato da je crno-bijela fotografija, za razliku od kolor fotografije, oduvijek bila zanimljivija promatraču, te je duže zadržavala njegovu pažnju i zainteresiranost. Naravno da digitalna fotografija nikad neće uspjeti u potpunosti zauzeti mjesto klasične crno-bijele fotografije, iako se kompjuterskom obradom i korištenjem odgovarajućih kreativnih filtera i alata u obradi crno-bijele fotografije, pokušava zamijeniti neki komplicirani i dugotrajni postupci klasičnih posebnih fotografskih tehnika. Neki efekti dobiveni klasičnim posebnim fotografskim tehnikama i dalje daju fotografiji veću vrijednost i značaj nego efekti dobiveni digitalnom obradom. U ovom radu nisu korištene nikakvi kreativni filteri, alati ni digitalne tehnike obrade ni kolor ni crno-bijelih fotografija, već samo različiti postupci konverzije originala (kolor fotografije) u crno-bijelu. Iz dobivenih rezultata može se zaključiti da različiti postupci konverzije različito utječu na tonove crno-bijele fotografije, ovisno o motivu, perspektivi, kadru i svjetlini. Tako se primjerice, za fotografiju arhitekture („Neboderi u Dohi“), kao najbolja opcija konverzije pokazala Befunky metoda, jer je (prema histogramu) zadržala najveći raspon tonova. Kod *low key* fotografije „Leđa“ najprihvatljivija konvertirana dobivena je *Black&White* metodom, gdje je, prema histogramu, raspon tonova najmanji, iz razloga što je smisao fotografije taj da je čine sjene i tamni tonovi, te je većina tonova zagasita i tamna, a svijetlih tonova ni nema. Za fotografiju „Mrtva priroda“, gdje, također, na originalu prevladavaju tamniji tonovi, najbolja metoda konverzije pokazala se *Grayscale* opcija i najmanji raspon tonova u histogramu. Fotografiju muškog portreta također karakteriziraju tamniji tonovi, crna pozadina i mali raspon tonova, a kao najbolja opcija konverzije, gdje se zadržao osjećaj prostora i naglasaka na oči, pokazala se Picasa aplikacija. Iz dobivenih rezultata može se zaključiti da se kod fotografije „Zelenilo“ najbolji postupak konverzije *Channel mixing* metoda, a kod fotografije „Oblaci i more“ *Black&White* metoda. Važno je naglasiti da su prva fotografija i posljednje dvije fotografirane na dnevnom svjetlu, te su histogrami njihovih konvertiranih fotografija puno bogatiji tonovima, za razliku od preostale tri fotografije koje su nastale uz pomoć studijske rasvjete. Još se može zaključiti da konverzija itekako utječe na tonove crno-bijele fotografije, ali različiti ljudi

različito doživljavaju fotografije. Nekima se čine uvjerljivije svijetle, nekima tamne, a nekima sive. Dakako da su nekim ljudima vjernije originalu kontrastne fotografije, a drugima jednolične. Stoga je još bitno napomenuti, da, promatrajući fotografije s umjetničke i subjektivne strane, za savršenu konverziju nema pravila, jer ljudi percipiraju različito. Promatraju li se fotografije s tehničke strane, može se zaključiti da je najprihvatljivija opcija naknadna obrada fotografije nakon određenog postupka konverzije, kako bi se pravilno podesili kontrast, svjetlina, zasićenost tonovima i ostale bitne tehničke karakteristike.

## LITERATURA

1. Fizi M. (1982). *Fotografija: teorija-praksa-kreacija*, Grafički zavod Hrvatske, Zagreb
2. \*\*\*<http://fotografija.hr> (27.08.2015.)
3. \*\*\*<http://tomislavdekovic.iz.hr/povijest-fotografije/> (27.08.2015.)
4. \*\*\*<http://www.enciklopedija.hr/> (27.08.2015.)
5. \*\*\*<http://daguerre.org/resource/history/history.html>
6. Perić M. (1992). *Suvremena kolor fotografija*, Zagreb: Narodna tehnika Hrvatske
7. \*\*\*<https://fotografij.wordpress.com/tehnologija-i-razvoj-digitalnog-fotoaparata/> (28.08.2015.)
8. \*\*\*<http://www.scribd.com/doc/110759491/Povijest-digitalne-fotografije#scribd> (28.08.2015.)
9. Langford M., Fox A., Sawdon Smith R.. (2010). *Langford's basic photography*, Focal Press, London
10. \*\*\*<https://www.teledynedalsa.com/imaging/knowledge-center/appnotes/ccd-vs-cmos/> (29.08.2015.)
11. Vulić D. (2013.). *Optimizacija slika za prikaz na internetu*, diplomski rad, Sveučilište u Zagrebu Grafički fakultet
12. \*\*\*<http://infoscience.epfl.ch/record/34089/files/SusstrunkBS99.pdf?version=3> – Standard RGB Color Spaces (30.08.2015.)
13. Ang T. (2002). *Digitalna fotografija priručnik*, Znanje d.d., Mandićeva 2, Zagreb
14. Multimedijaska biblioteka (2008). *Digitalna fotografija i osnove obrade: Adobe Photoshop*, Algebra d.o.o., Zagreb

15. \*\*\*internetzanatlija.com/2015/04/22/kako-napraviti-crno-belu-sliku/  
(31.08.2015.)
16. \*\*\*http://dalsa.com (30.08.2015.)
17. \*\*\*http://www.cambridgeincolour.com/tutorials/camera-sensors.htm
18. 6. Hedgecoe J. (1977). *Sve o fotografiji i fotografiranju*, Mladost, Zagreb
19. Miroslav Mikota: *Kreacija fotografijom*, V. D. T. Publishing, Zagreb 2000.
20. \*\*\* http://fotografija.hr/histogram (1.09.2015.)